

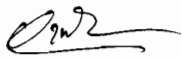
ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)  
ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง  
ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

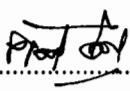
เจตยุทธ วงศ์ใหญ่

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
กรกฎาคม 2558  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

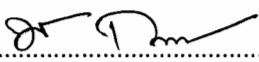
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ เจตยูทธ วงศ์ใหญ่ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

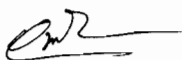
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

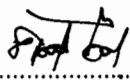
  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)

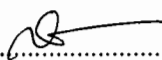
  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ดร.คงรัฐ นवलเปง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธาน  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒผล)

  
..... กรรมการ  
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)

  
..... กรรมการ  
(ดร.คงรัฐ นवलเปง)

  
..... กรรมการ  
(ดร.สมพงษ์ ปั่นนุ่น)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

  
..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 29 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558

การวิจัยนี้ได้รับทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษ  
ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะผู้ทำวิจัยได้รับความช่วยเหลือและให้คำปรึกษา แนะนำความรู้อันมีค่าอย่างยิ่งจาก ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต ประธานกรรมการปริกษาวิทยานิพนธ์ ดร.คงรัฐ นวลแปง กรรมการที่ปริกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด อาจารย์ประจำ สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ดร.พรณทิพา พรหมรัญ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา นายไมตรี สมบูรณ์ ตำแหน่ง ครู คศ.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูโรงเรียน จุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี นายจักรกฤษ เลื่อนนงนุช ตำแหน่ง ครู คศ.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบแก้ไข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจนสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู นางสาววัฒนา แก่นเมือง ตำแหน่ง ครู คศ.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูพี่เลี้ยง และนักเรียน โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ และเพื่องานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบ ปากเปล่าวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้ช่วยเสนอแนะแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คุณค่าและประโยชน์ทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตา แด่บิดา มารดา บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้า เป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาตราบนานเท่าทุกวันนี้

เจตยูทธ วงศ์ใหญ่

56910182: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD/ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ การแปรผัน

เจตยุทธ วงศ์ใหญ่: ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (THE EFFECTS OF MIXED INSTRUCTIONAL MODEL BETWEEN INQUIRY CYCLE AND STUDENT TEAMS ACHIEVEMENT DIVISION ON MATHEMATICAL CONNECTION SKILL AND MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT IN VARIATION OF GRADE 8<sup>TH</sup> STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: อापันช์ชนิต เจนจิต, กศ.ด., คงรัฐ นวลแบ่ง, กศ.ด. 210 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กับเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และการทดสอบ *t-test* for one sample ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

56910182: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING: M.Ed. (MATHEMATICS TEACHING)

KEYWORD: MIXED INSTRUCTIONAL MODEL BETWEEN INQUIRY CYCLE AND  
STUDENT TEAMS ACHIEVEMENT DIVISION/ MATHEMATICAL  
CONNECTION SKILL/ MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT/  
VARIATION

JETTAYUT WONGYAI: THE EFFECTS OF MIXED INSTRUCTIONAL MODEL  
BETWEEN INQUIRY CYCLE AND STUDENT TEAMS ACHIEVEMENT DIVISION ON  
MATHEMATICAL CONNECTION SKILL AND MATHEMATICS LEARNING  
ACHIEVEMENT IN VARIATION OF GRADE 8<sup>TH</sup> STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE:  
APUNCHANIT JENJIT, Ed.D., KONGRAT NUALPANG, Ed.D. 210 P. 2015.

The purposes of this research were to study mathematical connection skill and mathematics learning achievement after using mixed instructional model between inquiry cycle and student teams achievement division with criterion at 75%. The sample for this research consisted of 24 grade 8<sup>th</sup> students in the second semester of the academic year 2014 at Princess Chulabhorn's College Chonburi (Regional Science School), Ban Bung District, Chonburi Province. They were selected through the cluster random sampling. The research instruments were lesson plans, mathematical connection skill and mathematics learning achievement test. The data were analyzed by using the *t-test* for one sample group. The research results were as follows:

1. The mathematical connection skill of the grade 8<sup>th</sup> students after using the inquiry cycle instructional model (5Es) together with student teams achievement division was significantly higher than the 75 percent criterion at .05 level.

2. The mathematics learning achievement of the grade 8<sup>th</sup> students after using the inquiry cycle instructional model (5Es) together with student teams achievement division was significantly higher than the 75 percent criterion at .05 level.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
สารบัญ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญภาพ .....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	7
สมมติฐานของการวิจัย .....	8
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย .....	8
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	10
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ .....	15
หลักสูตรสถานศึกษาของ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี: กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ .....	19
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es)....	24
การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD (Student Teams Achievement Division) .....	45
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD .....	56
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	62
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	69
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	79

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย..... 84
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... 84
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 84
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 85
	การดำเนินการวิจัย..... 108
	การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 108
	การวิเคราะห์ข้อมูล..... 109
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 109
4	ผลการวิจัย..... 114
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 114
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 114
5	สรุปและอภิปรายผล..... 126
	สรุปผลการวิจัย..... 126
	อภิปรายผล..... 126
	ข้อเสนอแนะ..... 133
บรรณานุกรม	..... 135
ภาคผนวก	..... 141
	ภาคผนวก ก..... 142
	ภาคผนวก ข..... 151
	ภาคผนวก ค..... 165
	ภาคผนวก ง..... 198
	ภาคผนวก จ..... 207
ประวัติย่อของผู้วิจัย	..... 210



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด..... 19
2	โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ค20204 ..... 21
3	บทบาทครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry cycle หรือ 5Es)..... 38
4	บทบาทนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry cycle หรือ 5Es)..... 41
5	การสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Student Teams Achievement Division (STAD) ..... 53
6	การสังเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD..... 59
7	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ..... 67
8	เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์..... 68
9	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ..... 68
10	การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแปรผัน ..... 86
11	การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน หัวข้อ การแปรผันตรง ..... 91
12	การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน หัวข้อการแปรผันตรงแบบอื่น ..... 92
13	การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน หัวข้อการแปรผกผัน..... 93
14	การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน หัวข้อการแปรผันเกี่ยวเนื่อง..... 94
15	การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ..... 97
16	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ..... 99
17	การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ..... 102
18	แบบแผนการทดลองแบบ One-group posttest-only design..... 108

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
19	ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กับเกณฑ์ร้อยละ 75..... 115
20	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กับเกณฑ์ร้อยละ 75..... 124
21	ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD แผนที่ 1 เรื่อง การแปรผันตรง ..... 152
22	ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD แผนที่ 2 เรื่อง การแปรผันตรงแบบอื่น ..... 154
23	ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD แผนที่ 3 เรื่อง การแปรผกผัน ..... 156
24	ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD แผนที่ 4 เรื่อง การแปรผันเกี่ยวเนื่อง ..... 158
25	ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD..... 160

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
26	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ..... 160
27	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ..... 161
28	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ..... 163
29	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ..... 164
30	การจัดกลุ่มนักเรียนตามรูปแบบการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ..... 199
31	คะแนนพัฒนาการของการทดสอบย่อยหลังแผนที่ 1 ..... 200
32	คะแนนพัฒนาการของการทดสอบย่อยหลังแผนที่ 2 ..... 201
33	คะแนนพัฒนาการของการทดสอบย่อยหลังแผนที่ 3 ..... 202
34	คะแนนพัฒนาการของการทดสอบย่อยหลังแผนที่ 4 ..... 203
35	คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง ..... 204
36	คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง จำแนกคะแนนรายข้อ ..... 205
37	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง ..... 206
38	ผลการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ <i>t-test</i> for one sample ..... 208
39	ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ <i>t-test</i> for one sample ..... 209

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	10
2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ของนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) .....	33
3 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 5 ได้คะแนน 4 คะแนน ด้านทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์.....	117
4 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 4 ได้คะแนน 3 คะแนน ด้านทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์.....	119
5 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 2 คะแนน ด้านทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์.....	121
6 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน ด้านทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์.....	123

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559 เป็นแนวทางที่ใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจ พัฒนาสังคม รวมไปถึงการพัฒนาคุณภาพทรัพยากรมนุษย์ของประเทศไทย หนึ่งในยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศ คือการพัฒนาคนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน โดยมุ่งเตรียมคนให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาคุณภาพคนไทย ทุกช่วงวัยให้มีภูมิคุ้มกันเพื่อเข้าสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาเสริมสร้างศักยภาพของคนในทุกมิติให้มีความพร้อมทั้งด้านร่างกายที่สมบูรณ์ แข็งแรง มีสติปัญญาที่รอบรู้ และมีจิตใจที่สำนึกในคุณธรรม จริยธรรม มีความเพียร และรู้คุณค่าความเป็นไทย มีโอกาสและสามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต ควบคู่กับการเสริมสร้างสภาพแวดล้อมในสังคมและสถาบันทางสังคมให้เข้มแข็งและเอื้อต่อการพัฒนาคน รวมทั้งส่งเสริมการพัฒนาชุมชน ท้องถิ่นให้เข้มแข็งและสามารถสร้างภูมิคุ้มกันให้คนในชุมชน และเป็นพลังทางสังคมในการพัฒนาประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554, หน้า 23)

นอกจากนี้คณะกรรมการนโยบายปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (กนป.) ได้กำหนดเป้าหมาย ยุทธศาสตร์และตัวบ่งชี้การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552-2561) ไว้หลายข้อ โดยมีบางข้อเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ดังนี้ เป้าหมายยุทธศาสตร์ที่ 1 คนไทยและการศึกษาไทยมีคุณภาพและได้มาตรฐานระดับสากล ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาหลัก (คณิตศาสตร์) จากการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) มีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 50 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (ผลการสอบ โครงการประเมินผล การศึกษานานาชาติ หรือ Programme for International Student Assessment (PISA)) เพิ่มขึ้น ไม่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ และเป้าหมายยุทธศาสตร์ที่ 4 คนไทยคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ (ศศิธร แม้นสงวน, 2555, หน้า 338-339)

การปรับตัวเข้าสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืนได้นั้น คนไทยควรได้รับการศึกษาอย่างมีคุณภาพ และต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา โดยสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ถือเป็นหนึ่งในแปดของกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้งหมด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 8) แสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์

ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและ นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือ ในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อ การดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551, หน้า 1) โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดกรอบสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดชั้นปีสำหรับ คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน เพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของนักเรียน เมื่อเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 6 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและ ความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระ ด้านความรู้ ควบคู่ไปกับทักษะและกระบวนการ ซึ่งการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา มีนักเรียนจำนวน ไม่น้อยที่ยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ กับสถานการณ์ต่าง ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถ นำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 ก, หน้า 1-3)

โครงการประเมินผล PISA 2012 ซึ่งเกิดจากความร่วมมือของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organisation For Economic Co-Operation And Development) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมิน คุณภาพของระบบการศึกษาสำหรับประเทศสมาชิก ซึ่งประเมินความสามารถของนักเรียนอายุ 15 ปี จากการทดสอบพบว่าประเทศไทยนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 427 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ที่ 494 คะแนน และเมื่อเรียงตามคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ประเทศไทยตำแหน่งที่ 50 จากทั้งหมด 65 ประเทศ แต่เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยอาจจะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ได้ไม่มากนัก PISA จึงรายงานเป็นระดับความสามารถหรือระดับความรู้และทักษะคณิตศาสตร์ สรุปได้คั้งนี้ นักเรียนรู้คณิตศาสตร์ถึงระดับสูงสุดเพียงร้อยละ 0.50 และมีนักเรียนที่รู้คณิตศาสตร์ไม่ถึง ระดับพื้นฐานที่ควรจะมีคือระดับ 2 (Minimum requirement) ถึงร้อยละ 50 ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ย OECD เกินหนึ่งเท่าตัว ในด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ประกอบด้วยสี่ด้าน ได้แก่ ด้านปริภูมิและรูปทรง สามมิติ ด้านการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ด้านปริมาณ และด้านความไม่แน่นอน ด้านที่

นักเรียนทำคะแนนได้น้อยที่สุด คือ ด้านการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ รองลงมาเป็นด้าน ปริมาณ ซึ่งสองด้านนี้มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยประเทศ ส่วนในด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านที่นักเรียนทำคะแนนได้น้อยที่สุด คือ กระบวนการการคิดวิธีการ หรือการคิดให้เป็น คณิตศาสตร์ นั่นคือ การคิดถึงปัญหาตามสถานการณ์ในบริบทให้เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ มาเป็นผลการแก้ปัญหาของโลกในชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, หน้า 1-13) โดยลักษณะปัญหาของ PISA เป็นปัญหาคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับ ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งประกอบด้วยระดับความยากง่ายแตกต่างกัน และเป็นปัญหา ที่ต้องการคำตอบหลายรูปแบบ (ศศิธร แม้นสงวน, 2555, หน้า 335) นอกจากนั้นคะแนนด้าน การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของโลก และแสดงให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ทั้งชั่วคราวและถาวร การเปลี่ยนแปลงบางกระบวนการสามารถบอกได้หรือสร้าง เป็นตัวแบบได้โดยตรงโดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์หลายอย่างไม่สามารถใช้ คณิตศาสตร์ได้โดยตรง ต้องใช้วิธีการอื่น ๆ และจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อระบุถึง ความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นด้านที่นักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุด ซึ่งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งการแปรผันเป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณหรือ มากกว่า ในเมื่อปริมาณหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปอีกปริมาณหนึ่งหรือหลายปริมาณจะเปลี่ยนแปลง ไปด้วยอย่างได้สัดส่วนกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่านักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ยังไม่ดีพอ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาทักษะเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ให้สูงขึ้น

นอกจากนี้สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (2555) ได้มี การดำเนินการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-net) โดยผลการรายงานการทดสอบ ทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2552 ถึงปีการศึกษา 2555 ของนักเรียนพบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 26.64, 24.18, 32.08 และ 26.95 คะแนน ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 ส่วนสาเหตุที่ทำให้นักเรียนไทยอ่อนคณิตศาสตร์ ได้มีนักวิชาการหลายท่านวิเคราะห์ไว้ว่า เกิดจากนักเรียนไม่ชอบคิด ไม่ชอบแก้ปัญหา ขาดการฝึกฝนและทบทวนด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ (สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2550 อ้างถึงใน วัชรวิทย์ กัญจนกิตติ, 2554, หน้า 20) นอกจากนี้ ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 348) กล่าวว่านักเรียน เกิดความเบื่อหน่ายการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ อาจมาจากวิธีการสอนไม่ดี ไม่สนุกสนาน บรรยายกาการเรียนการสอนเครียดเกินไป

จากปัญหาข้างต้นจึงจำเป็นที่จะต้องจัดรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ดังที่ เวชฤทธิ์ อังคนะภักทรจจร (2555) กล่าวไว้ว่ารูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ได้มีการจัดอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับทฤษฎีหรือหลักการเรียนรู้ ได้รับการพิสูจน์และทดสอบแล้วว่า มีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบนั้น ๆ นักการศึกษาจึงมองหาแนวทางการจัดการเรียนการสอนแนวใหม่เพื่อหวังสร้างให้เด็กไทยคิดเป็นเพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยในปัจจุบันมีการจัดรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งแต่ละรูปแบบก็มีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันออกไป รูปแบบหนึ่งที่ผู้วิจัยสนใจที่จะนำมาแก้ปัญหาข้างต้น คือ รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ซึ่งมีข้อดี คือ ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้มีคุณค่า อีกทั้งยังมีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวาและทำให้สนุกสนานกับการเรียนรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2526, หน้า 142) โดยเวชฤทธิ์ อังคนะภักทรจจร (2555, หน้า 95) ได้ให้ความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) คือรูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบหา ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย และสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง โดยมีขั้นตอนในการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้เอะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 219-220)

จากขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นของรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) จะพบว่าในขั้นสร้างความสนใจ เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการยกสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ



โดยสถานการณ์อาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง อีกทั้งในชั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ วรณวิสา จันทรสุนทรพร (2557, หน้า 108-109) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่องความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่องความคล้าย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และสืบเสาะหาความรู้จากการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ อย่างไรก็ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) มีข้อจำกัดเช่นกัน โดยมีนักการศึกษากล่าวไว้ว่า ข้อจำกัดเรื่องสติปัญญาอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบนี้ โดยนักเรียนที่ไม่มีความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์ หรือได้รับการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2541, หน้า 61) สอดคล้องกับ ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 157) กล่าวว่านักเรียนที่ไม่มีความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้ การเรียนแบบร่วมมือจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่จะนำมาเป็นส่วนเสริม โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ ด้วยตนเองและด้วยความร่วมมือและความช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะสังคมต่าง ๆ เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการสร้างความสัมพันธ์ รวมทั้งทักษะแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด การแก้ปัญหาและอื่น ๆ (ทิสนา เขมมณี, 2550, หน้า 64-65)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ มีข้อดีคือเป็นการส่งเสริมให้มีความช่วยเหลือกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักสละเวลา ส่วนเด็กที่ไม่เก่งเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2541, หน้า 40) สอดคล้องกับ Davidson (1990, pp 4-5) ได้กล่าวถึงข้อดีของการเรียนแบบร่วมมือ ว่าเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคน

ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์โดยนักเรียนภายในกลุ่มไม่มีการแข่งขันกัน ในการแก้ปัญหา การเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ชักถามปัญหากันอย่างอิสระ อธิบายให้สมาชิกในกลุ่มได้เข้าใจถึงแนวความคิดและมโนคติของตนเองให้กระจ่างชัดขึ้น นอกจากนี้ ได้มีนักการศึกษากล่าวว่าการเรียนแบบร่วมมือช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น และนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบงานของตนที่ได้รับมอบหมาย สมาชิกของกลุ่มที่อ่อนจะได้รับความช่วยเหลือจากกลุ่ม แต่ทุกคนต้องช่วยเหลือตนเองเป็นสำคัญ และสามารถพัฒนาทักษะระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี (Hassar, 1990; Kley, 1991; Bak, 1993 อ้างถึงใน สมบัติ การจรรักษ์พงศ์, 2547, หน้า 2)

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 102) กล่าวว่าจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้แก่ 1) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกระดับความสามารถ 2) เพื่อส่งเสริมการช่วยเหลือร่วมมือกันระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน และ 3) เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเป็นผู้ชนะและมีความสำเร็จ โดยการเรียนแบบร่วมมือมีหลายรูปแบบ ซึ่งหนึ่งในนั้นคือการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ซึ่งเป็นรูปแบบที่สมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาหาความรู้ แต่แยกกันทำแบบทดสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 81) สอดคล้องกับ วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 37-38) กล่าวว่ารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในจุดประสงค์ที่ต้องการให้กลุ่มนักเรียนได้ศึกษาประเด็นต่าง ๆ ร่วมกัน เกิดความคิดรวบยอดโดยใช้การทดสอบรายบุคคล ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มาใช้ เพราะนักเรียนต้องแยกกันทำแบบทดสอบ ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงทักษะการเชื่อมโยง และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มาใช้ร่วมกับรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อมุ่งช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ ด้วยตนเอง และความช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะทางสังคมต่าง ๆ รวมทั้งทักษะการแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด การแก้ปัญหา และอื่น ๆ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ครูจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ให้สมาชิกมีความสามารถคละกันมีทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ อาจพิจารณาความสามารถของนักเรียนแต่ละคนโดยวัดจากคะแนนสอบ หรือเกรดเฉลี่ยในภาคเรียนที่ผ่านมา 2) ครูนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่ โดยนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจ ใช้การสอนโดยตรง หรือตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปราย 3) สมาชิกในกลุ่ม ได้รับเนื้อหาสาระ และศึกษาเนื้อหาสาระนั้นร่วมกัน จนกว่าจะแน่ใจว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มเกิดการเรียนรู้ 4) นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอดและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ (Improvement score) และ 5) กลุ่มที่ได้รับคะแนนพัฒนาการ

ของกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล เช่น แจงในจดหมายข่าว ใบประกาศนียบัตร หรือตีพิมพ์ในวารสารของโรงเรียน (ชนาธิป พรกุล (2554); ทิศนา แจมมณี (2550); วัฒนาพร ระบุทุกข์ (2542); สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547); Slavin (1995))

จากขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ทั้ง 4 ขั้นตอน จะพบว่าในขั้นตอนที่ 4 นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรับผิดชอบต่อตนเอง เพราะคะแนนของตนจะถูกรวมเป็นคะแนนพัฒนาการของกลุ่ม อีกทั้งสมาชิกในกลุ่มแต่ละคนต้องช่วยเหลือกันเพื่อให้ได้คะแนนพัฒนาการสูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ จินตนา เล็กลิ้น (2545, หน้า 61-62) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล และสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อจะนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งสามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองในอนาคต และสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ คือการพัฒนาคนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืนเช่นกัน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กับเกณฑ์ร้อยละ 75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กับเกณฑ์ร้อยละ 75

## สมมติฐานของการวิจัย

1. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SEs) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SEs) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

## ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SEs) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำหรับครูที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การแปรผัน เพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน
2. นักเรียนได้รับการพัฒนาในด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน
3. ได้แนวทางสำหรับครูในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SEs) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ในวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาอื่น ๆ

## ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากร** เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนจุฬารัตนาวิทยาลัย ชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 96 คน จำนวน 4 ห้องเรียน ซึ่งทางโรงเรียนจัดนักเรียนแต่ละห้องแบบคละความสามารถ

**กลุ่มตัวอย่าง** เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนจุฬารัตนาวิทยาลัย ชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

## 2. ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค20204 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค (โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี) เรื่อง การแปรผัน ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ต่อไปนี้

- |                           |       |
|---------------------------|-------|
| 2.1 การแปรผันตรง          | 4 คาบ |
| 2.2 การแปรผันตรงแบบอื่น   | 4 คาบ |
| 2.3 การแปรผกผัน           | 4 คาบ |
| 2.4 การแปรผันเกี่ยวเนื่อง | 4 คาบ |

## 3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

### 3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD

### 3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน

## 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอน จำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที และมีการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) จำนวน 2 คาบ

### กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## นียมศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน ร่วมกันสืบค้น สำรวจ และตรวจสอบสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ จากนั้นมีการประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูจัดนักเรียนเข้ากลุ่มตามที่ได้จัดไว้ จากนั้นครูจัดกิจกรรมหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริงเพื่อกระตุ้น หรือท้าทาย ทำให้นักเรียนสนใจสงสัย อยากรู้ อยากเห็น เกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) สมาชิกในกลุ่มทุกคนต้องร่วมกันศึกษาเนื้อหาให้เข้าใจ ลงมือปฏิบัติเก็บรวบรวมข้อมูล สืบค้น สำรวจเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ จากนั้นร่วมกันตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อนักเรียนมีข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจและค้นหาแล้ว นักเรียนนำข้อมูลมาอธิบายความคิดรวบยอด และสรุปผล

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ โดยให้นักเรียนทำโจทย์ที่เป็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบย่อยในแต่ละเรื่อง ซึ่งจะทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล จากนั้นหาคะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน และของกลุ่ม และนำผลการประเมินมาพัฒนาผู้เรียน

2. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งวัดได้จากคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผันชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบเขียนตอบ จำนวน 4 ข้อ ประกอบด้วยความสามารถในการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น และคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) และการวิเคราะห์ (Analysis) ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแปรผัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และสอดคล้องกับ ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์

4. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD โดยนักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ โดยในที่นี้กำหนดเกณฑ์ร้อยละ 75 อยู่ในระดับดี ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน), 2555, หน้า 42, 111



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.1 ความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.2 คุณภาพนักเรียน
  - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 2.1 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค20204
  - 2.2 ผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค20204
  - 2.3 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค20204
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es)
  - 3.1 ความเป็นมาและแนวคิดพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น
  - 3.2 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น
  - 3.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น
  - 3.4 บทบาทครู และนักเรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น
  - 3.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น

4. การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD (Student Teams Achievement Division)
  - 4.1 รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Instructional Models of Cooperative Learning)
  - 4.2 รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
  - 4.3 ขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
  - 4.4 ข้อดีและข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SEs) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
  - 5.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
  - 5.2 การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
  - 5.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SEs) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
6. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 6.1 ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 6.2 ประเภทของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 6.3 แนวทางในการพัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
  - 6.4 การประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 7.2 ระดับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 7.3 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 7.4 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 7.5 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 7.6 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 56-91) ให้ความสำคัญเกี่ยวกับหลักสูตรกลุ่มสาระ  
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

### ความสำคัญของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิด  
สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้  
อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน  
ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์  
เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิต  
ให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง  
ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคนดังนี้

**จำนวนและการดำเนินการ** ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง  
สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหเกี่ยวกับ  
จำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

**การวัด** ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัด  
ระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหเกี่ยวกับ การวัด และ  
การนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

**เรขาคณิต** รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ  
การนี้ภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric  
transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน  
(Rotation)

**พีชคณิต** แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต  
การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรม  
เลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

**การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น** การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม  
การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจาย  
ของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น

การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

**ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์** การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### คุณภาพนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้ระบุคุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้
3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้
4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการ และความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้
5. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหาและสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูล โดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

#### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 สาระ ประกอบด้วย 5 สาระที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา คณิตศาสตร์ และ 1 สาระที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

#### สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

#### สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

#### สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึ่งภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

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

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การแปรผัน ซึ่งสอดคล้องกับสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด

สาระที่	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
4 พืชคณิต	ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน	-
6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ โดยในงานวิจัยนี้จะพัฒนาการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

การจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด ผู้วิจัยเห็นว่าควรใช้วิธีการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD จึงจะสามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน

### หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้ของรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ค20204 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี ตามหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของกลุ่มโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค) พุทธศักราช 2554 (ปรับปรุง 11-13 มิถุนายน พ.ศ. 2555) ได้แก่

#### คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ค20204

ศึกษา ฝึกทักษะ/ กระบวนการในสาระต่อไปนี้

เศษส่วนของพหุนาม การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วนของพหุนาม การแก้สมการเศษส่วนของพหุนาม โจทย์ปัญหาเศษส่วนของพหุนาม

การแปรผัน การแปรผันตรง การแปรผกผัน และการแปรผันเกี่ยวเนื่อง

โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ

การสืบค้นข้อมูลการนำเสนอข้อมูล และการอภิปราย มีการวัดประเมินผลตามสภาพจริงที่ หลากหลาย ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ การแก้ปัญหา คุณธรรมจริยธรรมและ ค่านิยมที่พึงประสงค์ต่อการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน โดยอิงมาตรฐานการเรียนรู้

เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบและใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและ เป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ สามารถให้เหตุผล สื่อสาร นำเสนอสิ่งที่เรียนรู้ และเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ มีเจตคติที่ดีต่อ คณิตศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม มีจิตสาธารณะ สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข

การวัดและประเมินผล ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับ เนื้อหาและ ทักษะที่ต้องการวัด

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาในการเรียนการสอนเรื่อง การแปรผัน โดยมีเนื้อหา ได้แก่ การแปรผันตรง การแปรผกผัน และการแปรผันเกี่ยวเนื่อง

**ผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ค20204**

เมื่อเรียนจบรายวิชานี้ นักเรียนสามารถ

1. บวก ลบ คูณ หาร เศษส่วนของพหุนามได้
2. แก่สมการเศษส่วนของพหุนามได้
3. แก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนของพหุนามได้
4. เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แปรผันต่อกันได้
5. แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผันได้
6. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
7. ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

8. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
9. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและ

การนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

10. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

11. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน



โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ค20204

มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ค20204

สัปดาห์ที่	คาบที่	หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้
1	1 (1 ชั่วโมง)	เศษส่วนของ พหุนาม	เพื่อให้นักเรียน 1. อธิบายความหมายเศษส่วนของพหุนามได้ 2. เขียนเศษส่วนของพหุนามในรูปผลสำเร็จได้
1-3	2-5 (4 ชั่วโมง)	การบวก การลบ เศษส่วน ของพหุนาม	เพื่อให้นักเรียน 1. หาผลบวก เศษส่วนของพหุนามได้ 2. หาผลลบ เศษส่วนของพหุนามได้
3-5	6-9 (4 ชั่วโมง)	การคูณ การหาร เศษส่วน ของพหุนาม	เพื่อให้นักเรียน 1. หาผลคูณ เศษส่วนของพหุนามได้ 2. หาผลหาร เศษส่วนของพหุนามได้
5-7	10-13 (4 ชั่วโมง)	สมการ เศษส่วน ของพหุนาม	เพื่อให้นักเรียน 1. แก้สมการเศษส่วนของพหุนามและตรวจสอบคำตอบได้ 2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
7-9	14-18 (5 ชั่วโมง)	โจทย์ปัญหา เศษส่วน ของพหุนาม	เพื่อให้นักเรียน 1. ลงมือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับการใช้การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วนของพหุนาม โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาได้ 2. สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม 3. เชื่อมโยงความรู้เรื่องการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วนของพหุนาม กับศาสตร์อื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	คาบที่	หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้
			4. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
10	19-20	สอบกลางภาค	
11-12	21-23 (3 ชั่วโมง)	การแปรผัน ตรง	<p>เพื่อให้นักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายการแปรผันตรงของปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้ได้</li> <li>เขียนสมการแสดงการแปรผันตรงของปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้ได้</li> <li>ลงมือแก้ปัญหาที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผันตรง และใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาได้</li> <li>สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม</li> </ol>
12-14	24-27 (4 ชั่วโมง)	การแปรผกผัน	<p>เพื่อให้นักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายการแปรผกผันของปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้ได้</li> <li>เขียนสมการแสดงการแปรผกผันของปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้ได้</li> <li>ลงมือแก้ปัญหาที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผกผัน และใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาได้</li> <li>สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม</li> </ol>
14-16	28-32 (5 ชั่วโมง)	การแปรผัน เกี่ยวเนื่อง	<p>เพื่อให้นักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายการแปรผันเกี่ยวเนื่องได้</li> <li>เขียนสมการแสดงการแปรผันเกี่ยวเนื่อง</li> </ol>

## ตารางที่ 2 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	คาบที่	หัวข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้
17-19	33-38 (6 ชั่วโมง)	การนำไปใช้	<ol style="list-style-type: none"> <li>ลงมือแก้ปัญหาที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผันเกี่ยวเนื่อง และใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาได้</li> <li>สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม</li> </ol> <p>เพื่อให้นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ลงมือแก้ปัญหาที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผัน และใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาได้</li> <li>สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม</li> <li>เชื่อมโยงความรู้เรื่องความรู้เกี่ยวกับการแปรผันกับศาสตร์อื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี กลศาสตร์</li> <li>มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</li> </ol>
20	39-40	สอบ ปลายภาค	

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาในการเรียนการสอนเรื่อง การแปรผัน โดยจะเน้นผลการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

ข้อ 4 เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แปรผันต่อกันได้

ข้อ 5 แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผันได้

ข้อ 10 เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

จากคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ และ โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 ค20204 ในเรื่อง การแปรผัน ซึ่งประกอบด้วย การแปรผันตรง การแปรผกผัน และการแปรผันเกี่ยวเนื่อง โดยลักษณะปัญหาของการแปรผันจะมีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งต้องอาศัยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งผลการเรียนรู้อย่างมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยง

ความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรใช้วิธีการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD จึงจะสามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

ความเป็นมาและแนวคิดพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

### 1. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทิสนา แจมมณี (2555, หน้า 90-96) ได้สรุปทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ดังนี้

#### ก. ที่มาและความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivisms)

วิกทอทสกี (Vygotsky, 1978) เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซียที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาในสมัยเดียวกันกับเพียเจต์ (Piaget) ผลงานของเขาคือเป็นที่ยอมรับกันในประเทศรัสเซียและเริ่มเผยแพร่สู่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศต่าง ๆ ในยุโรปเมื่อได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษในปี ค.ศ. 1962 ต่อมาในปี ค.ศ. 1986 โคซูลิน (Kozulin) ได้แปลและปรับปรุงหนังสือของวิกทอทสกีอีกครั้งหนึ่ง เป็นผู้ทำให้มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2541, หน้า 61)

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์และของวิกทอทสกีเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เพียเจต์อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือ โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เพียเจต์ (Piaget, 1972, pp. 1-12) เชื่อว่าคนทุกคนจะมีการพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logico-mathematical experience) รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และ

กระบวนการพัฒนาความสมดุล (Equilibrium) ของบุคคลนั้น ส่วนวิกัลป์ก็ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมจากธรรมชาติแล้วก็มีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางชีวปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาชีวปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปพร้อมกัน

ทั้งเพียเจต์และวิกัลป์ก็นับว่าเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับ “Cognition” หรือกระบวนการรู้คิดหรือกระบวนการทางปัญญา นักคิดคนสำคัญในกลุ่มนี้คือ ไนซ์เซอร์ (Neisser) ได้ให้คำนิยามของคำนี้ไว้ว่า “เป็นกระบวนการรู้คิดของสมองในการปรับ เปลี่ยน ลด ตัดทอน ขยาย จัดเก็บ และใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดจากการกระตุ้นของสิ่งเร้าภายนอกก็ได้ ดังนั้น การรู้สึก การรับรู้ จินตนาการ การระลึกได้ การจำ การคงอยู่ การแก้ปัญหา การคิดและอื่น ๆ อีกมาก จึงถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการรู้คิดนี้” (Neisser, 1967 อ้างถึงใน สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2541, หน้า 208-209)

เพื่อให้เข้าใจแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ได้ง่ายขึ้น จึงขอเปรียบเทียบแนวคิดนี้กับแนวคิดของทฤษฎีกลุ่มปรนัยนิยม (Objectivism) ซึ่งมีความเห็นว่า โลกนี้มีความรู้ ความจริง ซึ่งเป็นแก่นแท้แน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง การศึกษาคือการให้นักเรียนได้เรียนรู้ความรู้ ความจริงเหล่านี้ ดังนั้น ครูจึงต้องพยายามถ่ายทอดความรู้จากความจริงนี้ให้นักเรียน และนักเรียนจะสามารถรับสิ่งที่ครูถ่ายทอดได้อย่างเข้าใจตามที่ครูต้องการแต่นักทฤษฎีกลุ่มการสร้างความรู้มีความเห็นว่า (Duffy & Jonassen, 1992, pp. 3-4) แม้โลกนี้จะมียุ่อยู่จริงและสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในโลกจริง แต่ความหมายของสิ่งเหล่านี้ มิได้มีอยู่ในตัวของมัน สิ่งต่าง ๆ มีความหมายขึ้นจากการคิดของคนที่ได้รับรู้สิ่งนั้นและแต่ละคนจะให้ความหมายแก่สิ่งเดียวกัน แตกต่างไปอย่างหลากหลาย ดังนั้น สิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้จึงไม่มีความหมายที่ถูกต้องหรือเป็นจริงที่สุด แต่ขึ้นกับความหมายของคนในโลก คนแต่ละคนเกิดความคิดจากประสบการณ์ ดังนั้น สิ่งแวดล้อมที่อยู่ในประสบการณ์ก็ย่อมเป็นส่วนหนึ่งของความคิดนั้น หรือเป็นความหมายส่วนหนึ่งของความคิดนั้น ด้วยเหตุนี้วิกัลป์ (Vygotsky, 1978, pp. 84-91) จึงเน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคลและการให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนให้ก้าวหน้า จากระดับที่พัฒนาการที่เป็นอยู่ ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ วิกัลป์ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ “Zone of proximal development” ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการจัดการเรียนการสอน

วีกอทสกี อธิบายว่าปกติเมื่อมีการวัดพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเด็ก เรามักใช้แบบทดสอบมาตรฐานในการวัด เพื่อดูว่าเด็กอยู่ในระดับใด โดยดูว่าสิ่งที่เด็กทำได้นั้นเป็นสิ่งที่เด็กในระดับอายุเท่าใดโดยทั่วไปสามารถทำได้ ดังนั้นการวัดผลจึงเป็นการบ่งถึงบอกถึงสิ่งที่เด็กทำได้อยู่แล้วคือ เป็นระดับพัฒนาการที่เด็กบรรลุหรือไปถึงแล้ว ดังนั้นข้อปฏิบัติที่ทำกันอยู่ก็คือ การสอนให้สอดคล้องกับระดับพัฒนาการของเด็ก จึงเท่ากับเป็นการตอกย้ำให้เด็กอยู่ในระดับพัฒนาการเดิม ไม่ได้ช่วยให้เด็กพัฒนาขึ้น วีกอทสกี อธิบายว่า เด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาที่ตนเป็นอยู่ และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะไปให้ถึงช่วงห่างระหว่างระดับที่เด็กอยู่ในปัจจุบันกับระดับที่เด็กมีศักยภาพจะเจริญเติบโตนี้เอง เรียกว่า “Zone of proximal development” หรือ “Zone of proximal growth” ซึ่งช่วงห่างนี้จะมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล แนวคิดนี้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการสอน ซึ่งเคยเป็นเส้นตรง (Linear) หรืออยู่ในแนวเดียวกัน เปลี่ยนแปลงไปเป็นอยู่ในลักษณะที่เหลื่อมกัน โดยการสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ ดังคำกล่าวของวีกอทสกีที่ว่า “... The development process do not coincide with learning process. Rather the development process lags behind the learning process” (Vygotsky, 1978, p. 90) ดังนั้นเด็กที่มีระดับพัฒนาการทางสมองเท่ากับเด็กอายุ 8 ขวบ จะสามารถทำงานที่เด็กอายุ 8 ขวบโดยทั่วไปทำได้ เมื่อให้งานของเด็กอายุ 9 ขวบ เด็กคนหนึ่งทำไม่ได้ แต่เมื่อได้รับการชี้แนะหรือสาธิตให้ดูก็จะทำได้ แสดงให้เห็นว่า เด็กคนนี้มีวุฒิภาวะที่จะถึงระดับที่ตนเองมีศักยภาพไปถึงได้ต่อไปนี้เด็กคนนี้ก็พัฒนาไปถึงขั้นทำสิ่งนั้นได้เองโดยไม่มี การชี้แนะหรือการได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่น ในขณะที่เดียวกัน อาจมีเด็กอีกคนหนึ่งซึ่งอยู่ในระดับพัฒนาการทางสมองเท่ากัน คือ 8 ขวบ เมื่อให้ทำงานของเด็กอายุ 9 ขวบ เด็กทำไม่ได้แม้จะได้รับการชี้แนะหรือสาธิตให้ดูซ้ำแล้วซ้ำอีกก็ไม่สามารถทำได้ แสดงให้เห็นช่องว่างระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่กับระดับที่ต้องการ ไปให้ถึงยังห่างหรือกว้างมาก เด็กที่ยังมีวุฒิภาวะไม่เพียงพอ หรือยังไม่พร้อมที่จะทำสิ่งนั้น จำเป็นต้องรอให้เด็กมีวุฒิภาวะสูงขึ้น หรือลดระดับงานตามระดับพัฒนาการให้ต่ำลง จากแนวคิด ดังกล่าว วีกอทสกี (Vygotsky, 1978, pp. 90-91) จึงมีความเชื่อว่า การให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็ก ซึ่งอยู่ในลักษณะของ “Assisted learning” หรือ “Scaffolding” เป็นสิ่งสำคัญมากเพราะสามารถช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของเด็กได้ นักจิตวิทยากลุ่มนี้เน้นความสำคัญของบริบทที่แท้จริง (Authentic context) เพราะการสร้างความหมายใด ๆ มักเป็นการสร้างบนฐานของบริบทใดบริบทหนึ่ง จะกระทำโดยขาดบริบทนั้นไม่ได้ ดังนั้น การเรียนรู้จึงจำเป็นต้องดำเนินการอยู่ในบริบทใดบริบทหนึ่ง และกิจกรรมและงานทั้งหลายที่ใช้ในการเรียนรู้ก็จำเป็นต้องเป็นสิ่งจริง (Authentic activities/ Tasks)

Jonassen (1992, pp. 138-139) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง จะให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้งโครงสร้างทางปัญญาและความเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมายเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ เขาเชื่อว่า คนทุกคนมีโลกของตัวเอง ซึ่งเป็นโลกที่สร้างขึ้นด้วยความคิดของตนเองและคงไม่มีใครกล่าวได้ว่าโลกไหนจะเป็นจริงไปกว่านั้นเพราะโลกของใครก็คงเป็นจริงสำหรับคนนั้น ดังนั้น โลกนี้จึง ไม่มีความจริงเดียวที่จริงที่สุด ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มนี้ถือว่า สมอเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดที่เราสามารถใช้ในการแปลความหมายของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ และสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้ ซึ่งการแปลความหมายดังกล่าวเป็นเรื่องที่เป็นส่วนตัว (Personal) และเป็นเรื่องเฉพาะตัว (Individualistic) เพราะการแปลความหมายของแต่ละบุคคลขึ้นกับการรับรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ ความสนใจและภูมิหลังของแต่ละบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกัน สรุปได้ว่า การเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการในการ “Acting on” ไม่ใช่ “Taking in” กล่าวคือ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา (Fosnot, 1992, p. 171) และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมอ (Internal mental interaction) แล้วยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป

สตีเวน เวียงวะลัย (2556, หน้า 15-16) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นการเรียนรู้แบบมีความเชื่อพื้นฐานว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยการอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง โดยมีรากฐานจากทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาที่หลากหลาย ซึ่งนักทฤษฎีสร้างสรรคนิยมได้ประยุกต์ทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาดังกล่าวในรูปแบบและมุมมองใหม่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. กลุ่มที่เน้นกระบวนการรู้คิดในตัวบุคคล (Radical constructivism or personal constructivism or cognitive oriented constructivism theories) เป็นกลุ่มที่เน้นการเรียนรู้ของมนุษย์เป็นรายบุคคล โดยมีความเชื่อว่ามนุษย์แต่ละคนรู้วิธีเรียนและรู้วิธีคิดเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2. กลุ่มที่เน้นการสร้างความรู้โดยอาศัยปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social constructivism or socially oriented constructivist theories) เป็นกลุ่มที่เน้นว่าความรู้คือผลผลิตทางสังคม โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นสองประการ คือความรู้ต้องสัมพันธ์กับชุมชน และปัจจัยทางวัฒนธรรมสังคมและประวัติศาสตร์มีผลต่อการเรียนรู้ ดังนั้นผู้สอนจึงมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่พัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเซอว์ปีญญาของเพียเจต์ และของวิกทอร์สกี หมายถึง การเรียนรู้แบบมีความเชื่อพื้นฐานว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยการอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป

ข. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ในการเรียนการสอน

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ในการเรียนการสอนสามารถทำได้หลายประการดังนี้

1. ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (Process of knowledge construction) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น (Reflexive awareness of that process) เป้าหมายของการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (Authentic tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนเห็น นักเรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้นักเรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องมีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ไขได้จริง

3. ในการเรียนการสอน นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active) นักเรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้นักเรียนอยู่ในบริบทจริงซึ่งไม่ได้หมายความว่า นักเรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เรียกว่า “Physical knowledge activities” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของ หรือ ข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถจัดกระทำศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดการจัดกระทำกับข้อมูลไม่ใช่เกิดขึ้นง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น ดังคำกล่าวของเพอร์คินส์ ที่ว่า “Understanding is not something that comes free with full databanks and through practice; it is something won by the struggles of the organism to learn to conjecture, prob., puzzle out, forecast...” (Perkins, 1992, p. 171 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2555, หน้า 94-95)



4. ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (Sociomoral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ นักเรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือนักเรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ไม่เป็นการเพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

5. ในการเรียนการสอน นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ (Devries & Zan, 1992, pp. 1-2) โดยนักเรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น นักเรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม (Devries & Zan, 1992, pp. 3-6) คือจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้ คือการเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “Instruction” ไปเป็น “Construction” คือเปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้นักเรียนสร้างความรู้” บทบาทของครูก็คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่นักเรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของนักเรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปตามในการที่ส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและสังคมแก่นักเรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับนักเรียนด้วย

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน (Jonassen, 1992, pp. 137-147) เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้นการประเมินผลจึงจำเป็นต้องมีลักษณะเป็น “Goal free evaluation” ซึ่งก็หมายถึงการประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล หรืออาจใช้วิธีการที่เรียกว่า “Socially negotiated goal” และการประเมินควรใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน (Portfolio) รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย นอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อน เช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีที่ต้องจำเป็นต้องจำลองของจริงมา ก็สามารทำได้ แต่เกณฑ์ที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความเป็นจริง (Real world criteria)

## 2. การจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้น (Inquiry instruction)

เนื่องจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ยังไม่มีขั้นตอนกระบวนการที่ตายตัว การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้น (Inquiry Instruction) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีพื้นฐานความคิดจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 133) กล่าวว่า การสอนแบบสืบค้น (Inquiry) หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ การวิเคราะห์เป็นการแยกปัญหาเป็นส่วน ๆ แล้วศึกษาอย่างเป็นระบบ เป็นการศึกษาปัญหาอย่างมีวิธีการ และต้องทำทีละขั้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, หน้า 331) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบค้น หมายถึง การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อน จนสามารถออกแบบทดลองและทดสอบสมมติฐานได้

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

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2542, หน้า 16) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้น เป็นการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนด เน้นการให้นักเรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง บทบาทครู คือผู้ให้ความกระจ่างและผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งจะช่วยให้นักเรียน “ค้นพบ” ข้อมูลและจัดระบบความหมายข้อมูลของตนเอง ครูต้องฝึกทักษะและกระบวนการสืบค้น (Inquiry process) ให้กับนักเรียนก่อนให้สืบค้นข้อความรู้ ประเด็นปัญหาที่ครูเลือกให้นักเรียนศึกษา ควรสัมพันธ์กับหลักสูตร และสอดคล้องกับพัฒนาการของนักเรียน ครูจะต้องตระหนักเสมอว่าต้องเน้นที่ “กระบวนการ” มากกว่าผลที่ได้จากกระบวนการ และครูต้องตรวจสอบว่าได้จัดสิ่งอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนอย่างเพียงพอ รวมทั้งมีสื่อและแหล่งวิทยาการที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2526, หน้า 136) กล่าวว่า การจัดการสอนแบบสืบค้น คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

จากการให้ความหมายการจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้น (Inquiry) ของนักการศึกษา ช้างต้น สรุปว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้น เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหา ความรู้ด้วยตนเอง เป็นการใช้คำถามที่มีความหมายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบ ในประเด็นที่กำหนด เน้นการให้นักเรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยการ ความสะดวก ช่วยให้นักเรียนเกิดจากค้นพบความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ กับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม

### 3. ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้น (Inquiry process)

จากความหมายของ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้น (Inquiry instruction) ช้างต้น บทบาทของครู คือผู้ให้ความกระจ่างและผู้อำนวยการความสะดวก ซึ่งจะช่วยให้นักเรียน “ค้นพบ” ข้อมูลและจัดระบบความหมายข้อมูลของตนเอง ครูต้องฝึกทักษะและกระบวนการสืบค้น (Inquiry process) ให้กับนักเรียนก่อนให้สืบค้นข้อความรู้ นอกจากนี้อาจใช้คำเรียกการสืบค้นแตกต่างกัน เช่น สืบค้น สืบสอบ เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้นมีนักการศึกษา หลายท่านกล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้น ดังนี้

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 134) ได้แบ่งขั้นตอนการสืบสอบ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา และทำปัญหาให้กระจ่างชัดเจน ปัญหาที่เหมาะสมจะทำการสืบสอบ ควรเป็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ หรือเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ครูช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหา และมโนทัศน์ที่ซ่อนอยู่ในปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดคำตอบของปัญหา หลังจากได้สมมติฐาน มาจำนวนหนึ่ง ให้นักเรียนประเมินเหลือไว้เฉพาะสมมติฐานที่จะทำการค้นคว้า
3. รวบรวมข้อมูล จากแหล่งข้อมูลที่สมมติฐานให้แนวทางไว้ ครูพิจารณาว่าจะให้ผู้เรียน ทำเป็นกลุ่ม ทั้งชั้น หรือรายบุคคล
4. วิเคราะห์ และตีความข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐาน ครูดูแลให้ตีความตามข้อมูลไม่ใช่ ตามสมมติฐาน

5. ลงข้อสรุป ว่ายอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐาน หรือเปลี่ยนสมมติฐาน ตามการตีความ  
ข้อมูล

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 17) ได้กำหนดขั้นตอนกระบวนการสืบค้น ได้แก่

1. กำหนดปัญหา

- จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต สงสัย

ในเหตุการณ์หรือเรื่องราว

- กระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาจากการสังเกตว่าจะอะไรคือปัญหา

2. กำหนดสมมติฐาน

- ตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิด

- ให้นักเรียนสรุปสิ่งที่คาดว่าจะจะเป็นคำตอบของปัญหานั้น

3. รวบรวมข้อมูล

- มอบหมายให้นักเรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

- ให้นักเรียนวิเคราะห์และประเมินว่า ข้อมูลเหล่านั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่

มีความถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงไร

4. ทดสอบสมมติฐาน

- ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้นำร่วมกันอภิปราย เพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

5. สร้างข้อสรุป

- ให้นักเรียนสรุปว่า ปัญหานั้นมีคำตอบหรือข้อสรุปอย่างไร อาจสรุปในรูปของรายงาน

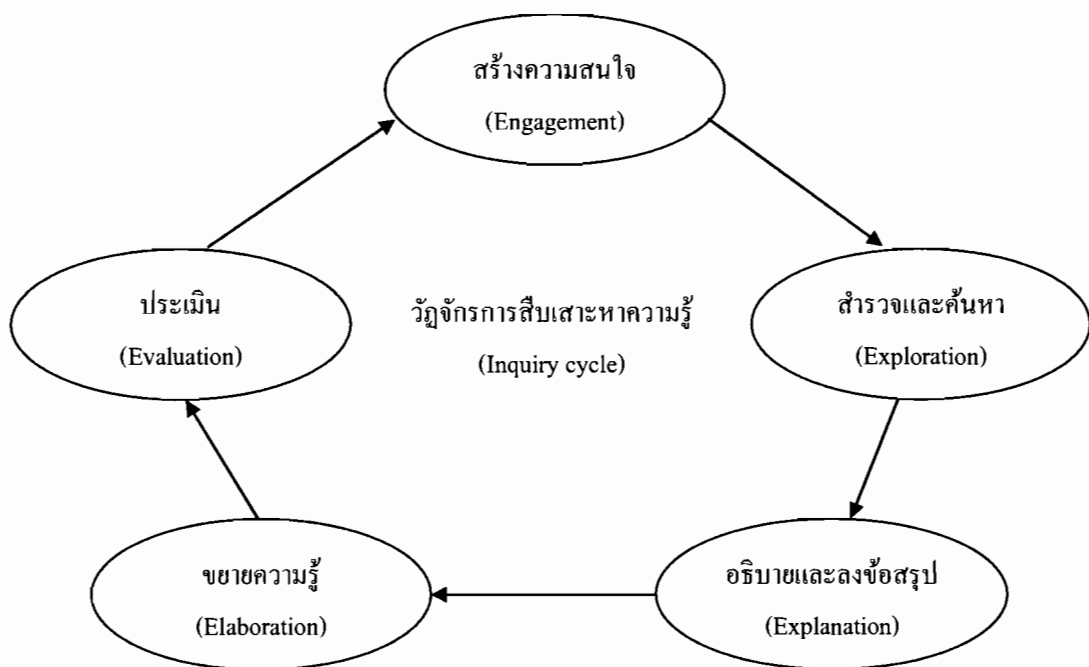
หรือเอกสาร

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้นของนักการศึกษาข้างต้น สามารถแบ่งขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้นเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดปัญหา/ ระบุปัญหา 2) กำหนดสมมติฐาน/ ตั้งสมมติฐาน 3) รวบรวมข้อมูล 4) ทดสอบสมมติฐาน/ วิเคราะห์ และตีความข้อมูล และ 5) สร้างข้อสรุป/ ลงข้อสรุป

**รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน**

จากขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้น (Inquiry process) ได้มีนักการศึกษา กลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) นำวิธีการสอนแบบ Inquiry มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน เรียกว่าการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) หรือการเรียนการสอนแบบ Inquiry cycle ซึ่งมีความแตกต่างกับรูปแบบการสอนแบบสืบค้น คือเมื่อสิ้นสุดการประเมินแล้วครูและนักเรียน

ก็สามารถเข้าสู่วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ได้ต่อไป เหตุผลเพราะในชีวิตจริงมีเรื่องราวหรือสิ่งที่ชวนสงสัยนำศึกษาต่อเนื่องตลอดเวลาไม่สิ้นสุด อีกประการหนึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น แม้ดำเนินขั้นตอนไปยังไม่ครบวัฏจักรก็สามารถขึ้นต้นวัฏจักรใหม่เพื่อสืบเสาะเรื่องใหม่ซ้อนอยู่ในวัฏจักรเดิมได้อีก เช่น เมื่อครูจัดกิจกรรมอยู่ในขั้นขยายความรู้ ครูไม่ใช้วิธีการบรรยาย แต่ครูต้องการจัดกิจกรรมอื่นแทน ดังนั้นครูอาจสร้างความสนใจเพื่อให้นักเรียนสงสัยต่อแล้วสำรวจและค้นหาเพิ่มเติมต่อไป ดังภาพที่ 2 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 219-220)



ภาพที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SEs) ของนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

เวชฤทธิ์ อังกะภัทรขจร (2555, หน้า 95) สรุปความหมายของ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย และสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

จากรูปแบบข้างต้นสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองบนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) โดยใช้กระบวนการสืบค้น เสาะหา สืบหา ตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นจะเก็บเป็นข้อมูลในสมองได้อย่างยาวนาน โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มี 5 ขั้นตอน

#### ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ชาติรี ฝ่ายคำตา (2551, หน้า 39-42) กล่าวถึงขั้นตอนรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนอาจสนใจวัตถุสิ่งของ ปัญหา เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ กิจกรรมของขั้นนี้ควรเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่ได้เรียนแล้วกับกิจกรรมที่จะเรียนต่อไป
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจแล้ว นักเรียนจะใช้เวลาในการสำรวจและค้นหาแนวคิดของตน
3. ขั้นอธิบาย (Explanation) การอธิบายหมายถึงการกระทำหรือกระบวนการที่ทำให้เกิดความเข้าใจและความกระจ่างเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ กระบวนการอธิบายจะทำให้ นักเรียนและครูได้ใช้คำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เมื่อนักเรียนได้อธิบายสิ่งที่ตนเองเรียนรู้แล้ว นักเรียนควรได้มีโอกาสในการประยุกต์หรือขยายแนวคิด กระบวนการ ทักษะของตน นักเรียนบางคน อาจจะยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือเข้าใจแนวคิดที่ตนเองเรียนรู้เพียงอย่างเดียว ขั้นขยายความรู้นี้ จึงเป็นขั้นที่ช่วยให้นักเรียนได้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) การประเมินอย่างไม่เป็นทางการจะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ในทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับการประเมินอย่างเป็นทางการ ครูสามารถทำได้ หลังจากขั้นขยายความรู้ ครูควรที่จะวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยอาจจะให้ทำแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน และที่สำคัญคือทำให้นักเรียนมีโอกาสประเมินความเข้าใจของตนเองด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219-220) ได้ระบุความหมายของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ของนักศึกษากลุ่ม BSCS มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้น ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

วัชรรา เล่าเรียนดี (2554, หน้า 106) กล่าวถึง ขั้นตอนรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจให้นักเรียน (Engage)** โดยการตั้งคำถามให้คิด จุดประกายความคิดด้วยภาพ ด้วยข่าว หรือเหตุการณ์สำคัญ

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)** ให้นักเรียนร่วมกันค้นหาปัญหา ประเด็นสำคัญ

3. **ขั้นอธิบาย (Explain)** ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด ความคิด การอ้างอิง เหตุผลต่าง ๆ

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)** จัดโอกาสให้นำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

5. **ขั้นประเมินผล (Evaluate)** ให้นักเรียนมีส่วนร่วมประเมินผลการเรียนของตนเองและเพื่อน

นอกจากนี้ยังมีผู้ที่นำ 5Es มาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

เวททิ อังคะภทฺรขจร (2555, หน้า 95-96) ได้แบ่งขั้นตอนรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement)

ในขั้นนี้ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่อยู่ในความสนใจของนักเรียน หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน จากนั้นกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเกิดความอยากรู้อยากเห็น ยั่วๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นคว้า (Exploration)

ในขั้นนี้ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล และใช้วิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย (Explanation)

เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาตรวจสอบ วิเคราะห์ แปลผล หาข้อสรุป และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นพร้อมทั้งนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภาพ กราฟ

ขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration)

ในขั้นนี้ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์ใหม่ โดยใช้ความรู้ในขั้นที่ 3 มาใช้ในการอภิปรายเพื่อหาคำตอบ เพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 การประเมิน (Evaluation)

เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ วิจาร์ณ์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป

จากขั้นตอนรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์เป็นขั้นตอนรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา



2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

### **บทบาทครู และนักเรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น**

ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของนักเรียน พิจารณาตรวจสอบบทบาทของครูและนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนว่าสอดคล้องกับรูปแบบการสอน 5Es ในตารางที่ 3 หรือไม่ (Spiegel, et al., 2006, p. 34)

ตารางที่ 3 บทบาทครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry cycle หรือ 5Es) (Spiegel, et al., 2006, p. 34)

ขั้นตอนการเรียนรู้	บทบาทครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry cycle หรือ 5Es)	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
1. การสร้างความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สร้างความสนใจ</li> <li>- สร้างความอยากรู้อยากเห็น</li> <li>- ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด</li> <li>- ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่ให้นักเรียนรู้ หรือแนวคิดหรือเนื้อหาสาระ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายแนวคิด</li> <li>- ให้คำจำกัดความและคำตอบ</li> <li>- สรุปประเด็นให้</li> <li>- จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่</li> <li>- บรรยาย</li> </ul>
2. การสำรวจและค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน</li> <li>- ในการสำรวจตรวจสอบ</li> <li>- สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน</li> <li>- ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน</li> <li>- ให้นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ</li> <li>- ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เตรียมคำตอบไว้ให้</li> <li>- บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา</li> <li>- จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่</li> <li>- บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก</li> <li>- ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา</li> <li>- นำนักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน</li> </ul>
3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดหรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง</li> <li>- ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผล และอธิบายให้กระจ่าง</li> <li>- ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิดหรือความคิดรวบยอด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ยอมรับคำอธิบาย โดยมีหลักฐานหรือมีเหตุผลประกอบ</li> <li>- ไม่สนใจคำอธิบายของนักเรียน</li> <li>- แนะนำนักเรียนโดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิด หรือความคิดรวบยอดหรือทักษะ</li> </ul>

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนรู้	บทบาทครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry cycle หรือ 5Es)	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
4. การขยายความรู้ (Elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการที่บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพคำจำกัดความและอธิบายสิ่งที่เรารู้มาแล้ว</li> <li>- ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่</li> <li>- ให้นักเรียนอธิบายอย่างมีความหมาย</li> <li>- ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้คำตอบที่ชัดเจน</li> <li>- บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก</li> <li>- ใช้เวลามากในการบรรยาย</li> <li>- นำนักเรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน</li> <li>- อธิบายวิธีแก้ปัญหา</li> </ul>
5. การประเมินผล (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่</li> <li>- ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน</li> <li>- หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม</li> <li>- ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม</li> <li>- ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทดสอบคำ นิยามศัพท์และข้อเท็จจริง</li> <li>- ให้แนวคิดใหม่</li> <li>- ทำให้คลุมเครือ</li> <li>- ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงแนวคิดหรือทักษะ</li> </ul>

จากตารางข้างต้น ผู้วิจัยสรุปบทบาทครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจะสรุปเป็นขั้น 5 ขั้น ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ ครูต้องสร้างความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด โดยไม่บอกความรู้กับนักเรียนโดยตรง
2. การสำรวจและค้นหา ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน เกิดการซักถามเพื่อสำรวจตรวจสอบ และเมื่อนักเรียนทำไม่ถูก ควรให้เวลานักเรียนในการคิดหาคำตอบด้วยตัวนักเรียนเอง เพื่อก่อเกิดการนำไปสู่การแก้ปัญหาด้วยตนเอง
3. การอธิบายและลงข้อสรุป ครูส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของนักเรียนเอง โดยใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิด หรือความคิดรวบยอด
4. การขยายความรู้ ครูส่งเสริมให้นักเรียนขยายความรู้ เพื่อนำไปสู่สถานการณ์ใหม่
5. การประเมินผล ครูประเมินความรู้และทักษะนักเรียน และใช้ตามคำถามปลายเปิด เพื่อซักถามการประมวลองค์ความรู้ของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นอกจากบทบาทของครูที่จะทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนแล้ว นักเรียนยังมีบทบาทในการปฏิบัติกิจกรรมให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังตารางที่ 4 (Spiegel, et al., 2006, p. 33)

ตารางที่ 4 บทบาทนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะ  
หาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry cycle หรือ 5Es) (Spiegel, et al., 2006, p. 33)

ขั้นตอน การเรียนรู้	บทบาทนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะ หาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry cycle หรือ 5Es)	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
1. การสร้าง ความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ถามคำถามเช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น</li> <li>- ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ถามหาคำตอบที่ถูกต้อง</li> <li>- ตอบเฉพาะคำตอบที่ถูกต้อง</li> <li>- ยืนยันคำตอบหรือคำอธิบาย</li> <li>- ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาวิธีเดียว</li> </ul>
2. การสำรวจ และค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต</li> <li>- ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน</li> <li>- คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่</li> <li>- พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหา</li> <li>- อภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น ๆ</li> <li>- บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น</li> <li>- ลงข้อสรุป</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้คนอื่นคิดและสำรวจ</li> <li>- ตรวจสอบ</li> <li>- ทำงานเพียงลำพังโดยมี</li> <li>- ปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นน้อยมาก</li> <li>- ปฏิบัติอย่างสับสน ไม่มี</li> <li>- เป้าหมายที่ชัดเจน</li> <li>- เมื่อแก้ปัญหาได้แล้วก็ไม่คิดต่อ</li> </ul>
3. การอธิบาย และลง ข้อสรุป (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบ</li> <li>- ที่เป็นไปได้</li> <li>- ฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างคิดวิเคราะห์</li> <li>- ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย</li> <li>- ฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับ</li> <li>- สิ่งที่ครูอธิบาย</li> <li>- ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกต</li> <li>- ประกอบคำอธิบาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายโดยไม่มี การเชื่อมโยง</li> <li>- กับประสบการณ์เดิม</li> <li>- ยกตัวอย่างและประสบการณ์</li> <li>- ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน</li> <li>- ยอมรับคำอธิบายโดยไม่ให้</li> <li>- เหตุผล</li> <li>- ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่น</li> <li>- ซึ่งมีเหตุผลพอที่จะเชื่อถือได้</li> </ul>

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	บทบาทนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะ หาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry cycle หรือ 5Es)	
	สอดคล้องกับ 5Es	ไม่สอดคล้องกับ 5Es
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาตัดสินใจและออกแบบการทดลอง</li> <li>- ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ</li> <li>- บันทึกการสังเกตและอธิบาย</li> <li>- ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน ๆ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาแล้ว</li> <li>- ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและอธิบายให้จำกัดความโดยใช้ความจำ</li> <li>- ไม่สามารถอธิบายด้วยคำพูดของตนเอง</li> </ul>
5. การประเมินผล (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว</li> <li>- แสดงออกถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ</li> <li>- ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง</li> <li>- ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลงข้อสรุปโดยปราศจากหลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาแล้ว</li> <li>- ตอบแต่เพียงว่าถูกหรือผิดและอธิบายให้จำกัดความโดยใช้ความจำ</li> <li>- ไม่สามารถอธิบายเพื่อแสดงความพอใจด้วยคำพูดของตนเอง</li> </ul>

จากตารางข้างต้น ผู้วิจัยสรุปบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยจะสรุปเป็นขั้น 5 ขั้น ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ นักเรียนพยายามถามคำถามโดยอาจถามครู ถามเพื่อนหรือถามตัวเอง เพื่อสร้างความสนใจในปัญหานั้น
2. การสำรวจและค้นหา นักเรียนคิดอย่างเป็นอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของคำถามหรือปัญหา พยายามคาดคะเนและตั้งสมมติฐาน และอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับเพื่อน
3. การอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ พร้อมทั้งรับฟังคำอธิบายของคนอื่น สามารถใช้ข้อมูลที่ได้มาในการอธิบายได้

4. การขยายความรู้ นักเรียนสามารถนำทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ

5. การประเมินผล นักเรียนตอบคำถามปลายเปิดได้ แสดงออกถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ โดยอาจใช้การวัดผลโดยแบบทดสอบ หรือถามปากเปล่าโดยครู

**ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะ**

**หาความรู้ 5 ชั้น**

รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น มีทั้งข้อดีและข้อจำกัด โดยมีนักการศึกษากล่าวไว้ ดังนี้

พิมพันธ์ เฉชะคุปต์ (2541, หน้า 60-61) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ดังนี้

**ข้อดี**

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา คือฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่มสร้างสรรค์และนักจัดระเบียบ
2. การค้นพบด้วยตัวเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ
3. ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ แก้ไขปัญหาด้วยตนเอง
4. ช่วยให้จดจำความรู้ได้นานและสามารถถ่ายโอนความรู้ได้
5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จะทำให้การเรียนมีความหมายเป็นการเรียนที่มีชีวิตชีวา
6. ช่วยพัฒนาอึดทนโนทัศน์แก่ผู้เรียน
7. ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าจะทำการสิ่งใด ๆ จะสำเร็จด้วยตัวเองสามารถคิดและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
8. สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

**ข้อจำกัด**

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อหาไม่ครบตามที่กำหนดไว้
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตามจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียน
3. นักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้
4. เป็นการลงทุนสูงซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

5. ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้องอาจทำให้นักเรียนหลีกเลี่ยงงานซึ่งไม่เกิดการเรียนรู้

6. ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้วยอารมณ์ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน

7. ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญาอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2526, หน้า 142) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังนี้

#### ข้อดี

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวาและทำให้สนุกสนานกับการเรียนรู้

#### ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้
2. ถ้าแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เข้าใจหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน
3. เป็นวิธีการที่มีการลงทุนสูง ซึ่งบางครั้งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
4. ผู้สอนต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก

จากคำกล่าวของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุป ข้อดีและข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังนี้

#### ข้อดี

1. เป็นการเรียนโดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ
2. เป็นการเรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด ทำให้ความรู้คงทนจดจำได้ยาวนาน สามารถถ่ายโอนความรู้ได้
3. สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตประจำวันได้
4. ช่วยพัฒนาอัตมโนทัศน์แก่ผู้เรียน



### ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อหาไม่ครบตามที่กำหนดไว้
2. ข้อจำกัดเรื่องสติปัญญาอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบนี้ โดยนักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำ หรือ ไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้
3. ถ้าแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เข้าใจหรือไม่น่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน
4. ถ้าผู้สอนไม่เอาใจใส่ ติดตาม หรือขาดการดูแลที่ดี กระบวนการสืบเสาะก็จะไม่บรรลุ และต้องอาศัยการวางแผนที่ดี และใช้เวลามาก

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึงข้อดีของรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ซึ่งเป็นการเรียนโดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ อีกทั้งจัดระบบความคิด ทำให้ความรู้คงทนจดจำได้ยาวนาน พัฒนาอัตรานวัตกรรม สามารถถ่ายโอนความรู้ และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ และในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยต้องการพัฒนา ส่วนข้อจำกัดนั้น ผู้สอนต้องเอาใจใส่ ดูแล และใช้เวลามากเป็นพิเศษ ซึ่งอาจจะทำให้ได้รับเนื้อหาที่น้อยกว่าการสอนแบบบรรยาย ซึ่งเนื้อหาเรื่องการแปรผัน เป็นเนื้อหาที่มีความเหมาะสมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เนื่องจากเนื้อหาไม่ซับซ้อน นักเรียนสามารถสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 16 คาบ นอกจากนี้ข้อจำกัดด้านสติปัญญาอาจทำให้นักเรียนที่ไม่มีความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์ไม่สามารถศึกษาได้ด้วยตนเองในวิธีการเรียนการสอนแบบนี้ ผู้วิจัยจึงเพิ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มาเพื่อจัดการเรียนการสอนเป็นกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนที่มีสติปัญญาสูง ช่วยเหลือนักเรียนที่ไม่มีความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์

### การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD (Student Teams Achievement Division)

#### รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Instructional models of cooperative learning)

ทิสนา แจมมณี (2550, หน้า 64-65) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

### ก. ทฤษฎี/ หลักการ/ แนวคิดของรูปแบบ

รูปแบบการเรียนการสอนของแนวคิดแบบร่วมมือ พัฒนาขึ้น โดยอาศัย หลักการเรียนรู้แบบร่วมมือของจอห์นสัน และจอห์นสัน ซึ่งได้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนควรร่วมมือกันในการเรียนรู้ มากกว่าการแข่งขันกัน เพราะการแข่งขันก่อให้เกิดสภาพการณ์แพ้-ชนะ ต่างจากการร่วมมือกัน ซึ่งก่อให้เกิดสภาพการณ์ชนะ-ชนะ อันเป็นสภาพการณ์ที่ดีกว่าทั้งทางด้านจิตใจและสติปัญญา

หลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ประการประกอบด้วย 1) การเรียนรู้ต้องอาศัยหลักพึ่งพากัน โดยถือว่าทุกคนมีความสำคัญเท่าเทียมกันและจะต้องพึ่งพากันเพื่อความสำเร็จร่วมกัน 2) การเรียนรู้ที่ดีต้องอาศัยการหันหน้าเข้าหากัน มีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อมูล และการเรียนรู้ต่าง ๆ 3) การเรียนรู้ร่วมกันต้องอาศัยทักษะทางสังคม โดยเฉพาะทักษะในการทำงานร่วมกัน 4) การเรียนรู้ร่วมกันควรมีการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มที่ใช้ในการทำงาน 5) การเรียนรู้ร่วมกันจะต้องมีผลงานหรือผลสัมฤทธิ์ ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มที่สามารถตรวจสอบและวัดประเมินได้ หากนักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้แบบร่วมมือกัน นอกจากจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทางด้านเนื้อหาสาระต่าง ๆ ได้กว้างขึ้นและลึกซึ้งขึ้นแล้วยังสามารถช่วยพัฒนานักเรียนทางด้านสังคมและอารมณ์มากขึ้นด้วย รวมทั้งมีโอกาสดูฝึกฝนพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอีกมาก

### ข. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

รูปแบบนี้มุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ ด้วยตนเองและด้วยความร่วมมือและความช่วยเหลือจากเพื่อน ๆ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะสังคมต่าง ๆ เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการสร้างความสัมพันธ์ รวมทั้งทักษะแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด การแก้ปัญหาและอื่น ๆ

### ค. กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ

รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีวิธีการหลัก ๆ ซึ่งได้แก่ การจัดกลุ่ม การศึกษาเนื้อหาสาระ การทดสอบ การคิดคะแนน และระบบการให้รางวัลแตกต่างกันออกไป เพื่อสนองวัตถุประสงค์เฉพาะ แต่ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด ต่างก็ใช้หลักการเดียวกัน คือหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ประการ และมีวัตถุประสงค์มุ่งตรงไปในทิศทางเดียวกัน คือเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่ศึกษาอย่างมากที่สุด โดยอาศัยการร่วมมือกัน ช่วยเหลือกัน และแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างกลุ่มนักเรียนด้วยกัน ความแตกต่างของรูปแบบแต่ละรูปแบบจะอยู่ที่เทคนิคในการศึกษาเนื้อหาสาระ และวิธีการเสริมแรงและการให้รางวัลเป็นประการสำคัญ

### รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 104) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ถือเป็นรูปแบบของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ง่ายที่สุด เหมาะสำหรับครูที่เริ่มใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 81) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นรูปแบบที่สมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาหาความรู้ แต่แยกกันทำแบบทดสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

วิฒนาพร ระจับทุกซ์ (2542, หน้า 37-38) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในจุดประสงค์ที่ต้องการให้กลุ่มนักเรียนได้ศึกษาประเด็นต่าง ๆ ร่วมกัน เกิดความคิดรวบยอด โดยใช้การทดสอบรายบุคคล

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547, หน้า 37) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD นี้ หน้าที่ของนักเรียนไม่ใช่การทำงานเป็นกลุ่มเท่านั้นแต่ต้องเรียนเป็นกลุ่มด้วย เหมาะกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการสอนข้อเท็จจริง นอกจากนี้ต้องคำนึงถึง การประกาศเกียรติคุณหรือให้รางวัลกลุ่มที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่ครูตั้งไว้ในเวลาที่กำหนด ความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบส่วนตัวของสมาชิกแต่ละคน โดยสมาชิกแต่ละคนต้องเกิดความรู้ในเรื่องนั้นอย่างแท้จริง สามารถทำแบบทดสอบได้ด้วยตนเอง แล้วนำคะแนนของตนมารวมเป็นคะแนนกลุ่ม

Slavin (1995, pp. 4-13) ได้กล่าวว่า วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบ STAD สามารถใช้ได้กับทุกรายวิชา ไม่ว่าจะเป็นวิชาคณิตศาสตร์ ภาษา สังคมศึกษา หรือวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จนถึงระดับมหาวิทยาลัยแนวคิดสำคัญของวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบ STAD คือ การสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม ให้เกิดการเรียนรู้ ด้านนักเรียนต้องการให้กลุ่มของตนได้รับรางวัล (Team rewards) นักเรียนจะต้องช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกให้เกิดการเรียนรู้ เห็นความสำคัญของการเรียน และเกิดความสุขสนุกสนานในการเรียนรู้ หลังจากครูนำเสนอบทเรียนนักเรียนจะทำงานร่วมกันอาจจะทำงานเป็นคู่แล้วเปรียบเทียบคำตอบกัน อภิปรายเมื่อมีความเห็นไม่ตรงกัน และช่วยอภิปรายเมื่อเพื่อนไม่เข้าใจ มีการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา และมีการประเมินกันในกลุ่มว่าเกิดการเรียนรู้มากน้อยแค่ไหน เพื่อให้ทุกคนสามารถทำแบบทดสอบได้ แต่นักเรียนไม่สามารถช่วยเหลือกันเมื่อถึงเวลาทดสอบความรับผิดชอบของนักเรียนในการอธิบายความรู้ให้เพื่อนเข้าใจจะเป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดี ซึ่งกลุ่มจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกทุกคนเกิดการเรียนรู้ เพราะคะแนนของกลุ่มจะมาจากคะแนนพัฒนาการของสมาชิกในกลุ่มทุกคน

จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยได้สรุปว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นรูปแบบที่สมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาหาความรู้ แต่แยกกันทำแบบทดสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม ถือเป็นรูปแบบของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ง่ายที่สุด เหมาะสำหรับครูที่เริ่มใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบส่วนตัวของสมาชิกแต่ละคนโดยสมาชิกแต่ละคนต้องเกิดความรู้ในเรื่องนั้นอย่างแท้จริง สามารถทำแบบทดสอบได้ด้วยตนเอง เพราะคะแนนของกลุ่มจะมาจากคะแนนพัฒนาการของสมาชิกในกลุ่มทุกคน

### ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 104-105) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสอน เวลาประมาณ 1-2 คาบ
  - 1.1 นำเข้าสู่บทเรียน และจัดทีมละ 4 คน ระยะเวลาประมาณ 4 คน ระยะเวลาประมาณ
  - 1.2 สอนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสาธิตมโนทัศน์ และทักษะประกอบ การยกตัวอย่าง และใช้สื่อ ถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ
  - 1.3 ให้นักเรียนทบทวน เตรียมตัวตอบคำถาม สุ่มถามคำถาม และให้ข้อมูลย้อนกลับ
2. ขั้นการศึกษาของทีม เวลาประมาณ 1-2 คาบ
  - 2.1 ให้ทีมจัดเก้าอี้เป็นกลุ่ม และตั้งชื่อทีม
  - 2.2 บอกกฎการทำงานกลุ่ม
  - 2.3 แจกคำถาม และคำตอบ ทีมละ 2 ชุด
  - 2.4 แนะนำให้นักเรียนจับคู่กันถาม และตอบ ถ้าใครตอบไม่ได้ ทีมต้องช่วยกันอธิบาย ทีมต้องแน่ใจว่าตอบได้คะแนน 100

ขณะนักเรียนศึกษาเป็นทีม ครูเดินเข้าไปใกล้ ๆ ทีม เพื่อสังเกตการทำงานและให้กำลังใจ
3. ขั้นการทดสอบ เวลาประมาณ ½ คาบ
  - 3.1 จัดเก้าอี้เรียงเป็นแถว ทดสอบเป็นรายบุคคล
  - 3.2 ตรวจและให้คะแนนทีมก่อนการสอบครั้งต่อไป
4. ขั้นการรับรางวัลของทีม เริ่มต้นบทเรียนแจ้งคะแนนความก้าวหน้า และคะแนนของทีม

ทิสนา เขมมณี (2550, หน้า 64-65) กล่าวว่า คำว่า “STAD” เป็นตัวย่อของ “Student Teams Achievement Division” กระบวนการดำเนินการมีดังนี้

1. จัดนักเรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home group)

2. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา ได้รับเนื้อหาสาระ และศึกษาเนื้อหาสาระนั้นร่วมกัน เนื้อหาสาระอาจมีหลายตอน ซึ่งนักเรียนอาจต้องทำแบบทดสอบในแต่ละตอน และเก็บคะแนนของตนไว้

3. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบครั้งสุดท้าย ซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอดและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ (Improvement score) ซึ่งหาได้ดังนี้

คะแนนพื้นฐาน: ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่นักเรียนแต่ละคนทำได้

คะแนนที่ได้: ได้จากการนำคะแนนทดสอบครั้งสุดท้ายลบคะแนนพื้นฐาน

คะแนนพัฒนาการ: ถ้าคะแนนที่ได้คือ

-11 ขึ้นไป คะแนนพัฒนาการ = 0

-1 ถึง -10 คะแนนพัฒนาการ = 10

+1 ถึง 10 คะแนนพัฒนาการ = 20

+11 ขึ้นไป คะแนนพัฒนาการ = 30

4. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรานำคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกัน เป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 37-38) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มีขั้นตอนกิจกรรม ดังนี้

1. ครูนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่ โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจใช้การสอนโดยตรง หรือตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปราย

2. จัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ให้สมาชิกมีความสามารถคละกันมีทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ

3. แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอให้เข้าใจ

4. นักเรียนทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบ (Quiz) เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

5. ตรวจคำตอบของนักเรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนรวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

6. กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากันใช้คะแนนเฉลี่ยแทนคะแนนรวม) จะได้รับคำชมเชย โดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ด หรือป้ายนิเทศของโรงเรียน

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547, หน้า 36) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มีขั้นตอนดังนี้

1. ครูแจกบทเรียนให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม
2. นักเรียนศึกษาและทำงานเป็นกลุ่ม ขณะทำงานในกลุ่มต้องแน่ใจว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องตั้งใจศึกษา และช่วยกันศึกษาบทเรียนอย่างจริงจัง โดยแบ่งหน้าที่กันและเวียนหน้าที่กันไปจนจบบทเรียน
3. นักเรียนแต่ละคนทำข้อทดสอบในบทเรียน ขณะสอบนักเรียนแต่ละคนต่างคนต่างทำ ไม่ช่วยกัน นำคะแนนสอบของนักเรียนทุกคนมาหาค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มคนที่ผ่านมา คะแนนที่ผ่านเกณฑ์ซึ่งต้องมากกว่าคะแนนครั้งก่อนจึงจะได้รับรางวัล เอาคะแนนที่ได้ใหม่นี้มาเป็นคะแนนของกลุ่ม ประกาศเกียรติคุณกลุ่มที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ ใช้ระยะเวลาตั้งแต่ครูให้บทเรียนจนจบที่การทำข้อสอบประมาณ 3-5 คาบเรียน

Slavin (1995, pp. 74-76) กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD โดยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การจัดนักเรียนสู่กลุ่ม การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นการเรียนรู้แบบลดความสามารถของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 4 คนต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมีอาจมีสมาชิกครึ่งหนึ่งเป็นผู้ชาย อีกครึ่งหนึ่งเป็นผู้หญิง 3 คนผิวขาว ส่วนอีก 1 คนสีผิวแตกต่างออกไป โดยในแต่ละกลุ่มจะมีคนเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยความเก่งของนักเรียนในที่นี้จะเทียบเฉพาะในห้องเรียนนั้น ๆ จะไม่เปรียบเทียบกับนักเรียนในห้อง หรือโรงเรียนอื่น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
  - 1.1 แจกใบตารางรวมคะแนนกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มซึ่งมีนักเรียน 4 คน
  - 1.2 จัดระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน ในห้องเรียนจากเก่งสุดไปหาอ่อนสุด โดยอาจจะวัดจากคะแนนสอบ หรือเกรดเฉลี่ยในภาคเรียนที่ผ่านมา ซึ่งการตัดสินใจแบ่งระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคนอาจจะเป็นไปได้ยาก แต่ก็ควรทำอย่างระมัดระวังที่สุด
  - 1.3 ออกแบบจำนวนคนของแต่ละกลุ่ม จะประกอบด้วยนักเรียน 4 คน (ถ้าเป็นไปได้) ยกตัวอย่างเช่น ถ้ามีนักเรียนในห้องเรียนจำนวน 32 คน จะสามารถสร้างกลุ่มได้ 8 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิก 4 คน แต่ถ้าแบ่งกลุ่มแล้วไม่ลงตัว มีนักเรียนเหลืออยู่ 1 2 หรือ 3 คน จะนำนักเรียนเหล่านั้นเพิ่มเข้าในกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิกจำนวน 4 คนแล้ว ดังนั้นจะมีบางกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิกจำนวน 5 คน โดยมีตัวอย่างเช่น ถ้ามีนักเรียนในห้องเรียนจำนวน 30 คน จะสามารถสร้างกลุ่มได้ทั้งหมด 7 กลุ่ม โดยมีนักเรียนเหลือ 2 คน ดังนั้นจะนำนักเรียน 2 คนนี้เพิ่มเข้าไปในกลุ่มที่มีสมาชิก 4 คนอยู่ก่อนแล้ว ดังนั้นจะได้กลุ่มที่มีสมาชิก 5 คน จำนวน 2 กลุ่ม

1.4 จัดนักเรียนแต่ละคนลงสู่กลุ่ม โดยการเรียงลำดับจากการจัดระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน สมมติว่ามีนักเรียนจำนวน 30 คน จะสร้างกลุ่มได้ 7 กลุ่ม ซึ่งนักเรียนที่ได้ลำดับที่ 1, 2, ..., 7 จะอยู่ในกลุ่ม 1, 2, ..., 7 ตามลำดับ ต่อมานักเรียนที่ได้ลำดับที่ 8, 9, ..., 14 จะอยู่ในกลุ่ม 7, 6, ..., 1 ตามลำดับ โดยนักเรียนลำดับที่ 15-28 ก็จะทำเหมือนกันกับที่กล่าวมาข้างต้น ส่วนนักเรียนที่เหลืออีก 2 คน อาจจะไม่ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม 1 และ 2 ซึ่งครูต้องคำนึงถึงเชื้อชาติ เพศ และสีผิว และจัดนักเรียนลงกลุ่มอย่างดีที่สุดเท่าที่จะทำได้

1.5 ลงชื่อนักเรียนของแต่ละกลุ่มลงในใบตารางรวมคะแนนกลุ่ม โดยจะใส่ชื่อนักเรียนแต่ละคนของแต่ละกลุ่มลงในใบตารางรวมคะแนนกลุ่ม โดยเว้นช่องว่างสำหรับเขียนชื่อกลุ่มไว้

2. การกำหนดคะแนนพื้นฐานเริ่มต้น คะแนนพื้นฐานเป็นคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในการทดสอบที่ผ่านมา ถ้าครูจะใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ควรจะทำหลังจากได้มีการทดสอบนักเรียนแล้ว 3 ครั้งหรือมากกว่านั้น โดยจะนำคะแนนเหล่านั้นมาเป็นคะแนนพื้นฐานอย่างไรก็ตามสามารถใช้เกรดของนักเรียนในเทอมที่ผ่านมาได้

3. การสอน เป็นการสอนโดยครูในชั้นเรียน

4. การเรียนรู้ของกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนช่วยกันทำแบบฝึกหัดของกลุ่ม

5. การสอบ นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบด้วยตนเอง

6. สถิติของกลุ่ม คะแนนของกลุ่มจะถูกคำนวณจากคะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม โดยกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดอาจได้รับรางวัล เช่น ใบประกาศนียบัตร จดหมายข่าว หรือคิดประกาศนียบัตรของโรงเรียน

นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีองค์ประกอบ 5 ประการ คือ

1. การนำเสนอบทเรียน (Class presentation) ครูเริ่มต้นด้วยการสอนวิธีต่าง ๆ เช่น การบรรยาย การอภิปราย ประกอบกับการใช้สื่อ โดยนักเรียนระลึกอยู่เสมอว่าต้องตั้งใจเรียนรู้ เพื่อจะได้คะแนนทดสอบดี ๆ เพราะคะแนนที่ได้รับจะเป็นคะแนนของทีมด้วย

2. ทีม/ กลุ่ม (Teams) ประกอบด้วยนักเรียน 4-5 คน ที่แต่ละคนมีความสามารถมีหน้าที่เรียนรู้บทเรียน ทำแบบฝึกหัด ตรวจสอบคำตอบ อภิปรายซักถามข้อสงสัย ช่วยแก้ความเข้าใจผิด ยอมรับซึ่งกันละกัน มีความสัมพันธ์อันดี เตรียมการให้แต่ละคนพร้อมที่จะทำคะแนนให้ดีในการทดสอบท้ายบทเรียน

3. การทดสอบ (Quizzes) หลังจากเรียนและฝึกในทีม 1-2 ครั้ง ครูทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยไม่อนุญาตให้ช่วยเหลือกันระหว่างทดสอบ นักเรียนทุกคนจึงต้องรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง

4. คะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล (Individual improvement scores) มีจุดประสงค์ให้นักเรียนตั้งใจ ขยัน พยายามให้มากขึ้น ทุกคนมีคะแนนพื้นฐาน (Base) สามารถหาได้จากคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนจะได้รับหลังจากเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนที่ได้ กับคะแนนพื้นฐาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ติดลบมากกว่า 10 คะแนน	จะได้คะแนนพัฒนาการ 5 คะแนน
ติดลบตั้งแต่ 10 คะแนน ถึงติดลบ 1 คะแนน	จะได้คะแนนพัฒนาการ 10 คะแนน
0 คะแนน ถึง 10 คะแนน	จะได้คะแนนพัฒนาการ 20 คะแนน
มากกว่า 10 คะแนน	จะได้คะแนนพัฒนาการ 30 คะแนน
ได้คะแนนเต็ม	จะได้คะแนนพัฒนาการ 30 คะแนน

5. การรับรางวัลของทีม (Team recognition) ทีมอาจได้รับประกาศนียบัตรหรือรางวัล ถ้าได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ หรือสูงกว่าเกรดประมาณร้อยละ 20

จากขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนดังนี้



ตารางที่ 5 การสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Student Teams Achievement Division (STAD)

แนวคิดนักการศึกษา					
ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 104-105)	ทิตนา แจมมณี (2550, หน้า 64-65)	วัฒนาพร ระจับทุกซ์ (2542, หน้า 37-38)	สมบัติ การจนารัก พงค์ (2547, หน้า 36)	Slavin (1995, pp. 74-76)	การสังเคราะห์ ขั้นตอน
	สร้างกลุ่ม บ้านของเรา	จัดนักเรียน เป็นกลุ่ม		การจัด นักเรียน สู่กลุ่ม	1. ครูจัด นักเรียน เป็นกลุ่ม
ขั้นการสอน/ ขั้นการศึกษา ของทีม	ศึกษาเนื้อหา สาระ	ครูนำเสนอ ประเด็นหรือ เนื้อหาใหม่	แจกบทเรียน ให้นักเรียน	การสอน	2. ครูนำเสนอ ประเด็นหรือ เนื้อหาใหม่
		ศึกษาบททวน เนื้อหา	นักเรียนศึกษา และทำงาน เป็นกลุ่ม	การเรียนรู้ ของกลุ่ม	3. นักเรียน ร่วมกันศึกษา เนื้อหาสาระ
ขั้นการ ทดสอบ	ทำ แบบทดสอบ ครั้งสุดท้าย หาคะแนน พัฒนาการ	ทำ แบบทดสอบ (Quiz)/ รวมกันเป็น คะแนนกลุ่ม	ทำข้อทดสอบ ในบทเรียน รวมเป็น คะแนน พัฒนาการ	การสอบ	4. นักเรียนทำ แบบทดสอบ หาคะแนน พัฒนาการ
ขั้นการรับ รางวัลของ ทีม	กลุ่มที่คะแนน พัฒนาการ สูงสุด ได้ รางวัล	กลุ่มคะแนน สูงสุดรับ รางวัล		การกำหนด คะแนน พื้นฐาน เริ่มต้น/สถิติ ของกลุ่ม	5. กลุ่มที่ ได้รับคะแนน พัฒนาการ ของกลุ่ม สูงสุด กลุ่มนั้นได้ รางวัล

จากตารางการสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Student Teams Achievement Division (STAD) ของนักการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มีขั้นตอน ดังนี้

1. ครูจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ประกอบด้วยสมาชิกมีความสามารถต่างกัน ความสามารถสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน อาจพิจารณาความสามารถของนักเรียนแต่ละคนโดยวัดจากคะแนนสอบ หรือเกรดเฉลี่ยในภาคเรียนที่ผ่านมา

2. ครูนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่ โดยนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจ ใช้การสอนโดยตรง หรือตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปราย

3. สมาชิกในกลุ่ม ได้รับเนื้อหาสาระ และศึกษาเนื้อหาสาระนั้นร่วมกัน จนกว่าจะแน่ใจว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มเกิดการเรียนรู้

4. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอดและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ (Improvement score) ซึ่งหาได้ดังนี้

คะแนนพื้นฐาน คือค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่นักเรียนแต่ละคนทำได้ (คะแนนพื้นฐานเริ่มต้น ควรจะทำหลังจากได้มีการทดสอบนักเรียนแล้ว 3 ครั้งหรือมากกว่านั้น อย่างไรก็ตามสามารถใช้เกรดของนักเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมาได้)

คะแนนที่ได้ คือการนำคะแนนทดสอบครั้งสุดท้ายลบคะแนนพื้นฐาน

คะแนนพัฒนาการ หมายถึง ผลต่างของคะแนนที่ได้ กับคะแนนพื้นฐาน

-11 ขึ้นไป                      คะแนนพัฒนาการ 5 คะแนน

-1 ถึง -10                      คะแนนพัฒนาการ 10 คะแนน

0 ถึง 10                        คะแนนพัฒนาการ 20 คะแนน

+11 ขึ้นไป                      คะแนนพัฒนาการ 30 คะแนน

ได้คะแนนเต็ม                คะแนนพัฒนาการ 30 คะแนน

5. กลุ่มที่ได้รับคะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล เช่น แจงในจดหมายข่าว ใบประกาศนียบัตร หรือติดประกาศบนบอร์ดของโรงเรียน

**ข้อดีและข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD**

ฉันท ชาติทอง (2550, หน้า 183) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ดังนี้

**ข้อดี**

1. ผู้เรียนเอาใจใส่ รับผิดชอบตัวเองและสมาชิกในทีม

2. ส่งเสริมผู้ที่มีความรู้ความสามารถต่างกัน เรียนรู้ร่วมกันได้

3. ผลัดเปลี่ยนกันเป็นผู้นำ
4. ฝึก เรียนรู้ทักษะทางสังคม
5. มีความตื่นเต้น สนุกสนานกับการเรียน

#### ข้อจำกัด

1. ถ้าผู้เรียนขาดการเอาใจใส่และขาดความรับผิดชอบ จะส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ไม่ประสบความสำเร็จ

2. มีภาระงานมากขึ้นกว่าเดิม

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 102) กล่าวถึงข้อดีของการเรียนแบบร่วมมือ ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทุกระดับความสามารถ
2. เพื่อส่งเสริมการช่วยเหลือร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน
3. เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเป็นผู้ชนะ และมีความสำเร็จ

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2541, หน้า 40) กล่าวถึงข้อดีของการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุก ๆ คนร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทุกคนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน

2. สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำ อย่างเท่าเทียมกัน

3. ส่งเสริมให้มีความช่วยเหลือกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งภาคภูมิใจ รู้จักใช้เวลา ส่วนเด็กที่ไม่เก่งเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน

4. ร่วมกันคิดทุกคน ทำให้เกิดการระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อประเมินคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูล วิเคราะห์ ตัดสินใจเลือก

5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม เช่น การอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกันเข้าใจกัน และกัน อีกทั้งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

จากคำกล่าวของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุป ข้อดีและข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ดังนี้

#### ข้อดี

1. สร้างสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกกลุ่ม
2. ส่งเสริมให้สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือกัน เด็กที่เรียนเก่งช่วยเหลือเด็กที่เรียนไม่เก่ง
3. ส่งเสริม และเรียนรู้ทักษะทางสังคม

4. เกิดการระดมความคิด ผู้มีความรู้ต่างกันสามารถเรียนรู้ร่วมกันได้
5. เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทุกระดับความสามารถ

#### ข้อจำกัด

1. ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบจึงจะทำให้การเรียนรู้แบบร่วมมือประสบผลสำเร็จ
2. ก่อเกิดภาระงานมากขึ้นกว่าเดิม

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD

จากการศึกษารูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ขั้นตอนรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมมือเทคนิค STAD ดังนี้

#### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองบนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) โดยใช้กระบวนการสืบค้น เสาะหา สืบค้น ตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นจะเก็บเป็นข้อมูลในสมองได้อย่างยาวนาน โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มี 5 ขั้นตอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 219-220) ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4. **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

#### **การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD**

รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นรูปแบบที่สมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาหาความรู้ แต่แยกกันทำแบบทดสอบแล้วนำคะแนนที่ได้มารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม ถือเป็นรูปแบบของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ง่ายที่สุด เหมาะสำหรับครูที่เริ่มใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบส่วนตัวของสมาชิกแต่ละคน โดยสมาชิกแต่ละคนต้องเกิดความรู้อยู่ในเรื่อนั้นอย่างแท้จริง สามารถทำแบบทดสอบได้ด้วยตนเอง เพราะคะแนนของกลุ่มจะมาจากคะแนนพัฒนาการของสมาชิกในกลุ่มทุกคน และผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD (ชนาธิป พรกุล (2554); ทิศนา แจมมณี (2550); วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542); สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547); Slavin (1995)) มีขั้นตอน ดังนี้

1. ครูจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ให้สมาชิกมีความสามารถต่างกันมีทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ อาจพิจารณาความสามารถของนักเรียนแต่ละคนโดยวัดจากคะแนนสอบ หรือเกรดเฉลี่ยในภาคเรียนที่ผ่านมา
2. ครูนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่ โดยนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจ ใช้การสอนโดยตรง หรือตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปราย
3. สมาชิกในกลุ่ม ได้รับเนื้อหาสาระ และศึกษาเนื้อหาสาระนั้นร่วมกัน จนกว่าจะแน่ใจว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มเกิดการเรียนรู้
4. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอดและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ (Improvement score) ซึ่งหาได้ดังนี้

คะแนนพื้นฐาน คือค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่นักเรียนแต่ละคนทำได้ (คะแนนพื้นฐานเริ่มต้น ควรจะทำหลังจากได้มีการทดสอบนักเรียนแล้ว 3 ครั้งหรือมากกว่านั้น อย่างไรก็ตามสามารถใช้เกรดของนักเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมาได้)

คะแนนที่ได้ คือการนำคะแนนทดสอบครั้งสุดท้ายลบคะแนนพื้นฐาน  
คะแนนพัฒนาการ หมายถึง ผลต่างของคะแนนที่ได้ กับคะแนนพื้นฐาน

-11 ขึ้นไป	คะแนนพัฒนาการ 5 คะแนน
-1 ถึง -10	คะแนนพัฒนาการ 10 คะแนน
+1 ถึง 10	คะแนนพัฒนาการ 20 คะแนน
+11 ขึ้นไป	คะแนนพัฒนาการ 30 คะแนน
ได้คะแนนเต็ม	คะแนนพัฒนาการ 30 คะแนน

5. กลุ่มที่ได้รับคะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล เช่น แจงใน  
จดหมายข่าว ใบประกาศนียบัตร หรือติดประกาศบนบอร์ดของโรงเรียน

**การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)**

**ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD**

ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน ร่วมกันสืบค้น สืบหา และตรวจสอบสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ จากนั้นมีการประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD โดยนำขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เข้าแทรกในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การสังเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดย ใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะ หาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
<p>1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้อันเก่าที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา</p>	<p>1. ครูจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ประกอบด้วย สมาชิกมีความสามารถคล่องกัน ความสามารถสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน อาจพิจารณาความสามารถของนักเรียนแต่ละคนโดยวัดจากคะแนนสอบ หรือเกรดเฉลี่ยในภาคเรียนที่ผ่านมา</p> <p>2. ครูนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่ โดยนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจ ใช้การสอนโดยตรง หรือตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปราย</p>	<p>1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูจัดนักเรียนเข้ากลุ่มตามที่ได้จัดไว้ จากนั้นครูจัดกิจกรรมหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อกระตุ้น หรือท้าทาย ทำให้นักเรียนสนใจสงสัย อยากรู้ อยากเห็น เกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ</p>
<p>2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน</p>	<p>3. สมาชิกในกลุ่ม ได้รับเนื้อหาสาระ และศึกษาเนื้อหาสาระนั้นร่วมกัน จนกว่าจะแน่ใจว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มเกิดการเรียนรู้</p>	<p>2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) สมาชิกในกลุ่มทุกคนต้องร่วมกันศึกษาเนื้อหาให้เข้าใจ ลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล สืบค้นสำรวจเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ จากนั้นร่วมกัน</p>

ตารางที่ 6 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดย ใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะ หาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
<p>กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวม ข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการ ตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้ คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้าง สถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหา ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือ จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียง พอที่จะใช้ในขั้นต่อไป</p> <p>3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูล อย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอ ผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ</p>		<p>ตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูล</p> <p>3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อนักเรียนมี ข้อมูลอย่างเพียงพอจาก การสำรวจและค้นหาแล้ว นักเรียนนำข้อมูลมาอธิบาย ความคิดรวบยอด และสรุปผล</p>



ตารางที่ 6 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดย ใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะ หาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการ การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
<p>4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำ ความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยง กับความรู้เดิมหรือแนวคิด ที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือ นำแบบจำลองหรือข้อสรุป ที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้ เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น</p>		<p>4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ครูส่งเสริมให้ นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ โดยให้นักเรียนทำโจทย์ที่เป็น การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือ คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ ในชีวิตจริง</p>
<p>5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำ ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่อง อื่น ๆ</p>	<p>4. นักเรียนทุกคนทำ แบบทดสอบซึ่งเป็น การทดสอบรวบยอดและ นำคะแนนของตนไปหา คะแนนพัฒนาการ (Improvement score)</p> <p>5. กลุ่มที่ได้รับคะแนน พัฒนาการของกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล เช่น แจ๊สในจดหมายข่าว ใบประกาศนียบัตร หรือ ติดประกาศบนบอร์ด ของโรงเรียน</p>	<p>5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ครูประเมินผลการเรียนรู้ของ นักเรียนโดยใช้แบบทดสอบ ย่อยในแต่ละเรื่อง ซึ่งจะ ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล จากนั้นหาคะแนนพัฒนาการ ของนักเรียนแต่ละคน และ ของกลุ่ม และนำผลการ ประเมินมาพัฒนาผู้เรียน</p>

## ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

### ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 124) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันภายในเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงให้รวมเป็น องค์ประกอบเดียวกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 84) ให้ความหมาย ของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัย การคิด วิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทาง คณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะและกระบวนการ ที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ ชับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 60) ได้ให้ความหมายว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียน ในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้นักเรียน ได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 192) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิด วิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหา สาระและหลักคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะและ กระบวนการที่มีเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้ แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนและสมบูรณ์ขึ้น

จากแนวคิดข้างต้นสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการ ผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็น เหตุเป็นผล ซึ่งวัดได้จากคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น ประกอบด้วยความสามารถในการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันภายใน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ ในชีวิตจริง มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล

### ประเภทของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2555, หน้า 124-125) ได้แบ่งประเภทของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ
3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ก, หน้า 84-85) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อาจจำแนกตามลักษณะการเชื่อมโยง ได้เป็น 2 แบบ

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือยกระดับขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียนมากยิ่งขึ้น เพื่อความสะดวกในการนำเสนอตัวอย่างที่แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ในที่นี้จะนำเสนอตัวอย่าง การเชื่อมโยงดังกล่าวใน 2 ด้านคือ ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ และด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์ ในทางปฏิบัติการเชื่อมโยงทั้งสองด้านนี้ไม่สามารถแยกจากกันได้โดยเด็ดขาด แต่ได้แยกแยะตัวอย่างมาเพื่อง่ายแก่การทำความเข้าใจ

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้ และทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และนักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

การจำแนกในแต่ละลักษณะข้างต้น ได้รวมเอาการนำความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงด้วย

อัมพร ม้าคอง (2554, หน้า 60) ได้แยกประเภทของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงด้วย

จากแนวคิดข้างต้นสรุปว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น 3) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยผู้วิจัยจะพัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ประเภท

#### แนวทางในการพัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เวชฎุทธิ์ อังกะภักทขจร (2555, หน้า 125-126) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนากิจกรรมเชื่อมโยง คือครู โดยครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนากิจกรรมเชื่อมโยงของนักเรียน ดังนี้

1. ครูควรเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายนอกและภายในวิชาคณิตศาสตร์ รวมไปถึงการช่วยให้นักเรียนสร้างและพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูไม่ควรสอนแบบรวบรัด แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ และครูจำเป็นต้องกระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจในความคิดรวบยอดใหม่ของพวกเขา

2. ครูควรให้นักเรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรมแล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้นออกมาเป็นรูปภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ

3. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองโดยการใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น “ปัญหานี้หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องนี้เหมือนกับปัญหาอื่นหรือเรื่องที่เคยเรียนมาก่อนหรือไม่ อย่างไร” “ทำไมจึงคิดเช่นนั้น” “คำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้หรือไม่” “เราเคยเห็นคำถามแบบนี้ที่ไหนหรือไม่” “แนวคิดเหล่านี้สัมพันธ์กันอย่างไร” “มีใครมีความคิดเห็นที่แตกต่างจากนี้หรือไม่” “งานที่เราทำวันนี้สัมพันธ์กับงานที่เราทำเมื่อวันก่อนหรือไม่อย่างไร”

4. ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พวกเขาสนใจ เนื่องจาก การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของนักเรียนจะส่งเสริมให้นักเรียนสนุกกับการเรียนรู้ และนักเรียนได้ทำงานอย่างมีความหมาย อีกทั้งกิจกรรมหรือปัญหาที่สมควรเป็นปัญหาปลายเปิดเพื่อให้นักเรียน ได้คิดและแสดงผลได้

5. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนหาข้อมูลนอกห้องเรียน เนื่องจากการช่วยให้พวกเขาเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง การเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเป็นการเพิ่มความสามารถของนักเรียน

ให้สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่น ๆ และชีวิตจริง รวมทั้งนักเรียนจะมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น จำนวน ขนาด รูปร่าง และแบบรูป โดยผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล

6. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการนำความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อฝึกให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตจริงโดยทำควบคู่กับการสอนเนื้อหาปกติ

วารภรณ์ มีหนัก (2545, หน้า 35 อ้างถึงใน ศศิธร แม่นสงวน, 2555, หน้า 195) ได้นำเสนอเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ช่วยพัฒนาทักษะเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้ และทักษะ/กระบวนการที่มีเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น อย่างสมเหตุสมผลในการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหา สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ให้นักเรียน ได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน

อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 61-62) กล่าวว่า สิ่งสำคัญที่จะทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงได้คือ นักเรียนต้องมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงเป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับของสิ่งที่จะเชื่อมโยง และมีทักษะในการเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงจึงไม่ควรแยกเนื้อหาที่สัมพันธ์กันออกจากกัน แต่ควรสอนร่วมกันไป เช่น สอนทั้งจำนวนและการดำเนินการ พีชคณิต เรขาคณิต เพื่อให้นักเรียนมองเห็น

ความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ อันจะทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ครูต้องตระหนักถึงประเด็นนี้ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาได้ โดยมีปัจจัย 2 ส่วน คือ

1. ครู โดยครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนสร้างและพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ไม่ควรสอนแบบรวบรัด แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พวกเขาสนใจ ทักษะการเชื่อมโยงจึงไม่ควรแยกเนื้อหาที่สัมพันธ์กันออกจากกัน พร้อมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนหาความรู้นอกห้องเรียน

2. นักเรียน โดยสิ่งสำคัญที่จะทำให้ นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงได้คือ นักเรียนต้องมีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัด มีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงเป็นอย่างดี

#### การประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2546, หน้า 121-124) ได้นำเสนอเกณฑ์การประเมินเพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนใช้เป็นกรอบในการประเมินคุณภาพของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ สำหรับแบบทดสอบที่เป็นแบบอัตนัย หรือแบบความเรียงสามารถกำหนดตัวบ่งชี้และเกณฑ์ในการให้คะแนนมากกว่าสองระดับ เช่น อาจกำหนดคะแนนเต็มเป็น 4 คะแนน แล้วพิจารณากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนลดหลั่นลงมาสำหรับนักเรียนที่แสดงผลการเรียนรู้ยังไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด โดยได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบบองค์รวม ด้านการเชื่อมโยง ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น/ ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม
3 ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น/ ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
2 พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
0 ไม่พยายาม	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 ข, หน้า 93-94) ได้แนะวิธีการให้คะแนนของแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธี โดยจะต้องพิจารณาให้คะแนนจากสมรรถภาพของผู้เรียนตามพฤติกรรมการแสดงออกในแต่ละทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม หรือแบบแยกองค์ประกอบได้ตามความเหมาะสม และกำหนดน้ำหนักคะแนนในแต่ละทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เท่ากันหรือแตกต่างกันได้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักความสำคัญของการแสดงออกจากกิจกรรมนั้น ๆ โดยจะยกตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์รวม ซึ่งแบ่งระดับคะแนนเป็น 3 ระดับ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทักษะ  
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดี)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้อย่างเหมาะสม
2 (พอใช้)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้ในบางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงไม่เหมาะสม หรือไม่มีการเชื่อมโยงความรู้

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนข้างต้น ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม มีช่วงคะแนน 0-4 คะแนน ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน (ความหมาย)	ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างสมบูรณ์ นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3 ดี	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้สมบูรณ์ แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง



## ตารางที่ 9 (ต่อ)

คะแนน (ความหมาย)	ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
2 พอใช้	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้บางส่วน นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
1 ควรแก้ไข	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้บางส่วน แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง
0 ต้องปรับปรุง	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือ คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงไม่ได้ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

## ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525, หน้า 200) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ หรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด

ไพศาล หวังพานิช (2526, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ (Achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic achievement) ว่าหมายถึงคุณลักษณะและความสามารถของ

บุคคลอันเกิดจากการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2545, หน้า 286) ได้ให้ความหมายว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือผลการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2541, หน้า 18) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้ว ผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้มากขึ้นเพียงใด

กู๊ด (Good, 1973, p. 103) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษาโดยปกติ วัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

จากความหมายข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ โดยวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

#### ระดับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson, 1971, อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538, หน้า 60-75) ได้นำเอาการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาของ บลูม (Bloom) มาแบ่งพฤติกรรมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ออกเป็น 4 ระดับ ซึ่งเราจะสามารถสร้างแบบวัดพฤติกรรมในระดับต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) คำถามที่วัดความสามารถในระดับเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่าแบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างใหม่ ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principles, rules and generalizations) เป็นความสามารถในการนำหลักการกฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎ ที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจตัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือก กระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้าง ที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize patterns, isomorphisms, and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกัน จากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็น โจทย์พลิกแพลง แต่ที่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้ปัญหาโจทย์ดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve nonroutine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคย

เห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 สามารถในการพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and validate generalizations) นักเรียนสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วยคือ การจะถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างขบวนการคิดคำนวณใหม่พร้อมทั้งแสดงการใช้ขบวนการนั้น

จากระดับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของวิลสัน ข้างต้นสามารถแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation)
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า
3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่มียาก
4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็น โจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้ปัญหาโจทย์ดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง

ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้ระดับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ระดับ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน 4 ฉบับ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน 1 ฉบับ

#### **ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์**

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถของนักเรียนในการเรียน ซึ่งได้มีนักการศึกษาต่าง ๆ ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Wilson (1971, p. 643) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์จากแนวคิดของวิลสันพอจะกล่าวได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก็คือ ผลสำเร็จของการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประเมินเป็นระดับความสามารถนั่นเอง

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์คือ ความสามารถทางด้านสติปัญญาของนักเรียนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาได้การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ร่วมกับระดับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้ทำเรื่อง การแปรผัน ซึ่งจำแนกเป็นพฤติกรรมเรียนรู้ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ โดยวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ และผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SEs) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง การแปรผันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

#### **ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์**

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 260) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือสำหรับครูที่จะใช้ในการตรวจสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียนรวมถึงพฤติกรรมต่าง ๆ จากการเรียนหรือการจัดการเรียนรู้ของครู เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อะไรบ้าง บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด เป็นไปตามมาตรฐาน ตัวชี้วัดอย่างไรบ้าง ซึ่งแบบทดสอบจะต้องมีคุณภาพ ผ่านการสร้างอย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องเที่ยงตรง เชื่อถือได้ มีกระบวนการหลักการสร้างแบบทดสอบตามหลักวิชาการ

ชวาล แพร์ตกุล (2518, หน้า 112) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คือ แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ ทั้งปวง ทั้งจากโรงเรียนและที่บ้าน ยกเว้นการวัดทางร่างกาย ความถนัดและทางบุคลิกกับสังคม สำหรับในโรงเรียนแล้วแบบทดสอบประเภทผลสัมฤทธิ์มุ่งที่จะวัดความสำเร็จในวิชาการเป็นส่วนใหญ่

อนек เพียรอนุกุลบุตร (2524, หน้า 151) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความรู้ ทักษะ สมรรถภาพด้านต่าง ๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์ ทั้งปวง และมุ่งวัดทางด้านวิชาการเป็นสำคัญ

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นเครื่องมือสำหรับครูที่ใช้ในการวัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของนักเรียน เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ระดับใด บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด และเป็นไปตามมาตรฐาน ตัวชี้วัดอย่างไร โดยงานวิจัยนี้ การวัดความสามารถทางสติปัญญา จะแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) และการวิเคราะห์ (Analysis)

#### ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2538, หน้า 171-172) กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็นคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and pencil test) กับนักเรียนปฏิบัติจริง (Performance test) แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐาน

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหนบอกพร้อมที่ตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริมหรือดูความพร้อมที่จะขึ้นเรียนใหม่ ฯลฯ ตามแต่ที่ครูปรารถนา
2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือ จากครูผู้สอนวิชานั้นแต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้นสามารถใช้หลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้จะใช้อัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็ก

แต่ละคนก็ได้ข้อสอบมาตรฐานจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านวิธีดำเนินการสอบ คือ ไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไรและยังมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วยทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐานมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกันคือ จะเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียนไปแล้วสำหรับพฤติกรรมที่ใช้วัดจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้มักนิยมใช้ตามหลักที่ได้จากการประชุมของนักวัดผลซึ่งบลูม (Bloom) ได้เขียนไว้ในหนังสือ Taxonomy of educational objectives สรุปได้ว่าการวัดผลด้านสติปัญญาควรวัดพฤติกรรม ดังนี้

1. วัดด้านความรู้-ความจำ (Knowledge)
2. วัดด้านความเข้าใจ (Comprehension)
3. วัดด้านการนำไปใช้ (Application)
4. วัดด้านการวิเคราะห์ (Analysis)
5. วัดด้านการสังเคราะห์ (Synthesis)
6. วัดด้านการประเมินค่า (Evaluation)

วิราพร พงษ์อาจารย์ (2542, หน้า 62) กล่าวว่าชนิดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

1. แบบทดสอบแบบปรนัย เหมาะที่จะใช้วัดความสามารถเกี่ยวกับการเรียนรู้รายละเอียดต่าง ๆ ของเนื้อหา แต่ไม่เหมาะที่จะใช้วัดการวิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือการประเมินค่า โดยเฉพาะแบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบเติมคำหรือแบบตอบสั้น ๆ ใช้วัดได้เพียงการระลึกหรือจดจำรายละเอียดของเนื้อหาเท่านั้น หากที่จะสร้างให้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านอื่น ๆ ได้ ส่วนแบบเลือกตอบจัดได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างยากที่สุด เพราะประกอบด้วยข้อคำถามกับตัวเลือกหลายตัวเลือกแต่สามารถเขียนคำถามวัดพฤติกรรมที่สูงกว่าความรู้ความจำและครอบคลุมหลักสูตร จึงทำให้เป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุด

2. แบบอัตนัย (Subjective test) หรือแบบบรรยาย เป็นแบบที่กำหนดคำถามขึ้นมาแล้วให้ผู้ตอบเขียนเรียงเรียงคำตอบจากความรู้ความคิดของตนเองโดยทั่วไปข้อสอบประเภทนี้มักมีข้อบกพร่องคือ คำถามมักกว้าง ขาดความชัดเจน ทำให้ผู้ตอบอาจมองข้ามประเด็นปัญหาที่ถูกถามไม่ตรงกันนอกจากนี้การตรวจให้คะแนนมักขึ้นอยู่กับอารมณ์และความรู้สึกของผู้ตรวจเป็นสำคัญ ทำให้คะแนนขาดความเชื่อถือ ซึ่งถ้าแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าวได้ ข้อสอบแบบนี้ก็จะมีอิสระในการตอบไม่จำกัดความคิดของผู้ตอบสามารถแก้ปัญหาการเคาได้ ประหยัดเวลา



ในการออกข้อสอบและสะดวกในการใช้กับผู้สอบจำนวนน้อย ๆ เพราะไม่ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากเหมือนกับข้อสอบปรนัย

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 261) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง มุ่งใช้วัดผลนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ผู้สอนสอน มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper Test)

- แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) แบบทดสอบที่กำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนแสดงคำตอบโดยการเขียนแสดงความรู้ ความคิดเจตคติได้อย่างเต็มที่

- แบบทดสอบปรนัย (Objective Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้เขียนตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบถูก/ ผิด แบบทดสอบเติมคำสั้น ๆ แบบจับคู่ แบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการคิดวิเคราะห์ ปรับปรุงจนมีคุณภาพ มาตรฐาน

จากคำกล่าวของนักวิชาการหลายท่านสรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันออกไป โดยผู้วิจัยได้ใช้การแบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบที่กำหนดคำถามขึ้นมาแล้วให้ผู้ตอบเขียนเรียบเรียงคำตอบจากความรู้ความคิดของตนเองโดยทั่วไป ข้อสอบประเภทนี้มักมีข้อบกพร่องคือ คำถามมักกว้าง ขาดความชัดเจน ทำให้ผู้ตอบอาจมองข้ามประเด็นปัญหาที่ถูกถามไม่ตรงกัน ส่วนข้อดีของข้อสอบแบบนี้ก็จะมีอิสระในการตอบไม่จำกัดความคิดของผู้ตอบ สามารถแก้ปัญหาการเคาได้ ประหยัดเวลาในการออกข้อสอบและสะดวกในการใช้กับผู้สอบจำนวนน้อย ๆ และ 2) แบบทดสอบปรนัย เหมาะที่จะใช้วัดความสามารถเกี่ยวกับการเรียนรู้รายละเอียดต่าง ๆ ของเนื้อหา ใช้วัดได้เพียงการระลึกหรือจดจำรายละเอียดของเนื้อหาเท่านั้น โดยแบบทดสอบปรนัยจะแบ่งเป็นประเภทย่อย ๆ เช่น แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเลือกตอบ และแบบเติมคำหรือแบบตอบสั้น ๆ เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการแปรผัน จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก และสอดคล้องกับความสามารถทางสติปัญญาอันจะแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) และการวิเคราะห์ (Analysis)

### ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 122-124) ได้ข้อสรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1. การพิจารณาจุดประสงค์ของการสอบว่าการสอบครั้งนี้มีจุดประสงค์หรือจุดมุ่งหมายอะไร

2. สร้างตารางกำหนดรายละเอียด

3. เลือกแบบของข้อสอบให้เหมาะสม

4. รวมข้อสอบทำเป็นแบบทดสอบ

5. กำหนดวิธีการดำเนินการสอน

6. การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ

7. การนำผลไปใช้ปรับปรุงเป้าประสงค์ของการเรียนรู้

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 261) ได้กำหนดขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมเป็นผลการเรียนรู้ที่ครูกำหนดและคาดหวังจะเกิดขึ้นกับนักเรียน โดยครูจะกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ

5. ตรวจสอบ

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบ

7. ทดลองสอบเพื่อนำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบ

8. แก้ไขปรับปรุงแล้วได้แบบทดสอบฉบับจริง

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนแรกจะเริ่มขึ้นด้วยการพิจารณาหลักสูตร จากนั้นพิจารณาจุดประสงค์ของการสอบว่าการสอบครั้งนี้มีจุดประสงค์หรือจุดมุ่งหมายอะไร แล้วกำหนดชนิดข้อสอบ ซึ่งนักการศึกษาแต่ละคนก็ได้มีแนวทางที่แตกต่างกันออกไป แต่ในท้ายแล้วก็เพื่อสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้กับนักเรียนได้จริง

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศ

จินตนา เล็กล้วน (2545, หน้า 61-62) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลและสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนแบบปกติและไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีเรียนกับระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

วนาวัน เมืองมงคล (2552, หน้า 78-79) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบ SEs สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนร้อยละ 86.67 มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด 2) นักเรียนร้อยละ 76.67 มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

วรรณวิสา จันทร์สุนทรพร (2557, หน้า 108-109) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า 1) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เรื่องความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และ 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่องความคล้าย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.71 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.57

สุรางคณา ยาหิ (2549, หน้า 117-121) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 65 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ช่วงชั้นที่ 4 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาวดี ศรีธรรมศาสน์ (2551, หน้า 86) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนจำนวนร้อยละ 56.67 ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนจำนวนร้อยละ 73.33 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ศศิกานต์ พงษ์พัฒน์ (2555, หน้า 77) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อารีย์ ปานถม (2555, หน้า 74-76) ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5Es กับการเรียนรู้ปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง

โจทย์ปัญหาของคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5Es สูงกว่ากลุ่มการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

### งานวิจัยต่างประเทศ

Benko (2006) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาความคิดเกี่ยวกับเรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียน งานวิจัยนี้ได้อธิบายว่านักเรียนจะสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดเบื้องต้นของความน่าจะเป็นได้อย่างไร ดังนั้นจึงมีการสำรวจว่านักเรียนเกิดความคิดอะไรเกี่ยวกับความน่าจะเป็นในขณะแก้ปัญหาเกี่ยวกับเกมและมีความคิดเกี่ยวกับโอกาสการแพ้ชนะในการเล่นเกมอย่างไร และสำรวจว่านักเรียนมีการนำเสนอความคิดของเขาอย่างไร ตลอดจนสำรวจว่านักเรียนมีการใช้เหตุผลและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ขณะแก้ปัญหาหรือไม่ โดยทำการสำรวจเป็นเวลานานหลายปี งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพซึ่งได้มีการวิเคราะห์จากวิดีโอเทปที่เก็บรวบรวมได้จากการศึกษาระยะยาว โดยได้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิทยาศาสตร์นานาชาติ กลุ่มคนเหล่านี้ได้ถูกบันทึกเทปในขณะที่ทำการสำรวจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของนักเรียนเกรด 6, 7 และ 12 โดยที่เพิ่มสะสมงานที่เป็นภาพเคลื่อนไหว ประกอบด้วย วิดีโอเทปของนักเรียนขณะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ งานเขียนของนักเรียนและบันทึกของผู้วิจัย การวิเคราะห์การทำงานของนักเรียนชี้ให้เห็นว่านักเรียนสามารถเข้าใจและตัดสินใจได้ว่าเหตุการณ์และผลลัพธ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นคืออะไร และนักเรียนสามารถตัดสินใจได้ว่าเกมนั้นมีความยุติธรรมหรือไม่ โดยที่จำนวนผลทั้งหมดที่เกิดขึ้นและจำนวนของเหตุการณ์ไม่จำเป็นต้องถูกแบ่งอย่างเท่า ๆ กันระหว่างผู้เล่น และสมมติให้ผลลัพธ์แต่ละตัวมีโอกาสเกิดขึ้นเท่า ๆ กัน นักเรียนได้แสดงวิธีการหาผลลัพธ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนค้นพบกฎการนับของการคูณเพื่ออธิบายผลลัพธ์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ และอธิบายว่าทำไมกฎนี้จึงใช้ได้ ดังนั้นนักเรียนสามารถหาจำนวนของผลลัพธ์สำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อนได้โดยเริ่มจากปัญหาง่าย ๆ ก่อน โดยที่นักเรียนจะเชื่อมโยงประสบการณ์การแก้ปัญหาก่อนหน้านี้โดยการสร้างโมเดลง่าย ๆ ก่อนใช้กฎการนับของการคูณ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องความน่าจะเป็นเบื้องต้น ในขณะที่พวกเขาทำกิจกรรมร่วมกัน ภายใต้เงื่อนไขที่ให้นักเรียนได้สำรวจปัญหาที่หลากหลาย ได้ทำงานร่วมกัน และให้เหตุผลที่เหมาะสมเกี่ยวกับคำตอบของพวกเขาและได้มีโอกาสได้คิดอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับความคิดของนักเรียนก่อนที่จะได้รับคำแนะนำที่ถูกต้องในเรื่องของความน่าจะเป็น

Dubois (1991) ได้ศึกษาวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD และวิธีสอนแบบแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกมโดยศึกษากลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 นักเรียนเรียนรู้จากครูที่ผ่านการอบรมทั้งสองแบบและใช้วิธีสอนทั้ง 2 แบบ กลุ่มที่ 2 นักเรียนเรียนรู้จากครูที่ผ่านการอบรม

การสอนทั้ง 2 แบบแต่ไม่ใช้วิธีสอนทั้ง 2 แบบ กลุ่มที่ 3 นักเรียนเรียนรู้จากครูที่ไม่ผ่านการอบรมวิธีสอนทั้ง 2 แบบ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกับกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่เจตคติทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

Suyanto (1999) ได้ศึกษาผลกระทบของการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมในเขตชนบทยอร์กายากาต้า (Yogyakarta) ของอินโดนีเซีย กลุ่มตัวอย่างสุ่มมาจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5 รวม 664 คน จากห้องเรียนทั้งหมด 30 ห้อง ใน 10 โรงเรียน โดยที่ 5 โรงเรียนแรกจะคัดเลือกเป็นกลุ่มทดลอง ส่วนอีก 5 โรงเรียนหลังจะถูกกำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองจะดำเนินการเรียน โดยครูที่ผ่านการฝึกอบรมการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มควบคุมใช้วิธีการเรียนดั้งเดิม (บรรยายในชั้นทั้งหมด) เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบก่อนและหลังจากการทดลองการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ใช้แบบทดสอบสมมติฐานวิชาคณิตศาสตร์ (Test hasil belajar) ทั้ง 2 ฉบับ การวิเคราะห์คะแนนแบบ Thb ก่อนการทดสอบใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Ancova เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและใช้ t-test เพื่อวิเคราะห์เจตคติโดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ 95% ( $P < .05$ ) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในชั้นที่ใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD จะมีคะแนนสอบคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนในชั้นที่ใช้วิธีการเรียนแบบปกติ เมื่อจำแนกตามระดับชั้นการศึกษาแล้วปรากฏว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 5 ในกลุ่มทดลอง การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มีคะแนนสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคะแนนสอบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD และกลุ่มควบคุม และนักเรียนในกลุ่มทดลองการเรียนแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีเจตคติที่ดีต่อบรรยากาศในชั้นเรียนสูงกว่าในกลุ่มควบคุม

Gainsburg (2007) กล่าวว่าคณิตศาสตร์ ศึกษาจะเน้นความสำคัญเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันในการเรียนการสอน สิ่งดีพิมพ์ที่มีอยู่บ่งบอกถึงสภาพความเป็นจริงในห้องเรียนว่ามีการฝึกฝนเกี่ยวกับการเชื่อมโยง ฉะนั้นทำอย่างไรที่ ครูจะเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสำรวจครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมจำนวน 62 คน ในเรื่องความเข้าใจและการประยุกต์ใช้การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ผลการวิจัยพบว่าการสร้างการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเป็นสิ่งสำคัญซึ่งเป็นที่ ได้กล่าวไว้ในตอนต้นและสนับสนุนสิ่งดีพิมพ์ที่เกี่ยวกับจะทำอย่างไรในการช่วยเหลือนักเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกันในการเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SEs) และการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สรุปได้ว่า การเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (SEs) ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนสูงขึ้น ในขณะที่เดียวกันการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น อีกทั้งส่งผลให้ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันนั้น ทำให้นักเรียนเห็นถึงการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งส่งผลทำให้การเรียนรู้ ของนักเรียนเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีคุณค่า และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการ ดำรงชีวิตได้ อีกทั้งมุ่งหวังให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจเนื้อหาเหล่านั้น ๆ ให้มากที่สุด และเกิด ผลสัมฤทธิ์อย่างสูงที่สุด

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 96 คน จำนวน 4 ห้องเรียน ซึ่งทางโรงเรียนจัดนักเรียนแต่ละห้องแบบคละความสามารถ

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD จำนวน 4 แผน แผนละ 4 คาบ



2. แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบเขียนตอบ จำนวน 4 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแปรผัน ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษารายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี เกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา ซึ่งมีผลการเรียนรู้ ดังนี้

1.1.1 เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แปรผันต่อกันได้

1.1.2 แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผันได้

1.1.3 เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

1.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อนำมาใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.3 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำมาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแปรผัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเลือกเนื้อหาจากสาระการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแปรผัน

แผนที่	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จำนวน คาบ
1. การ แปรผัน ตรง	1. เขียนสมการ แสดงการแปรผัน ระหว่างปริมาณ ต่าง ๆ ที่แปรผัน ต่อกันได้ 2. แก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่ กำหนดโดยใช้ ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันได้ 3. เชื่อมโยงความรู้ เนื้อหาต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์ และ นำความรู้ หลักการ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับศาสตร์ อื่น ๆ	นักเรียนสามารถ 1. บอกได้ว่าปริมาณสองปริมาณที่ กำหนดให้แปรผันตรงต่อกัน หรือไม่ เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ ระหว่างสองปริมาณนั้นให้ 2. เขียนสมการแสดงการแปรผัน ระหว่างสองปริมาณใด ๆ ที่แปรผัน ตรงต่อกันได้ 3. แก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ ในชีวิตจริงที่กำหนด โดยใช้ความรู้ เกี่ยวกับการแปรผันตรงได้ 4. เชื่อมโยงแนวคิดที่มี ความเกี่ยวข้องกันภายใน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดง การแปรผันตรงได้	การแปรผัน ตรง	4

## ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จำนวน คาบ
2. การ แปรผัน ตรงแบบ อื่น	1. เขียนสมการ แสดงการแปรผัน ระหว่างปริมาณ ต่าง ๆ ที่แปรผัน ต่อกันได้ 2. แก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่ กำหนดโดยใช้ ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันได้	นักเรียนสามารถ 1. เขียนสมการแสดงการแปรผัน ระหว่างสองปริมาณใด ๆ ที่แปรผัน ตรงต่อกันได้ 2. แก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ ในชีวิตจริงที่กำหนด โดยใช้ความรู้ เกี่ยวกับการแปรผันตรงได้ 3. เชื่อมโยงแนวคิดที่มี ความเกี่ยวข้องกันภายใน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดง การแปรผันตรงแบบอื่นได้	การแปรผัน ตรงแบบอื่น	4

## ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
3. การแปรผกผัน	<p>1. เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แปรผันต่อกันได้</p> <p>2. แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้เกี่ยวกับการแปรผันได้</p> <p>3. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ</p>	<p>นักเรียนสามารถ</p> <p>1. บอกได้ว่าปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้แปรผกผันต่อกันหรือไม่แปรผันตรงต่อกัน เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสองปริมาณนั้นให้</p> <p>2. เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างสองปริมาณใด ๆ ที่แปรผกผันต่อกันได้</p> <p>3. แก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผกผันได้</p> <p>4. เชื่อมโยงแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์</p> <p>ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดงการแปรผกผันได้</p>	การแปรผกผัน	4

## ตารางที่ 10 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จำนวน คาบ
4. การ แปรผัน เกี่ยวเนื่อง	1. เขียนสมการ แสดงการแปรผัน ระหว่างปริมาณ ต่าง ๆ ที่แปรผันต่อ กันได้ 2. แก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่ กำหนดโดยใช้ ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันได้ 3. เชื่อมโยงความรู้ เนื้อหาต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์ และ นำความรู้ หลักการ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับศาสตร์ อื่น ๆ	นักเรียนสามารถ 1. เขียนสมการแสดงการแปรผัน เกี่ยวเนื่องระหว่างปริมาณต่าง ๆ ได้ 2. แก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ ในชีวิตจริงที่กำหนดให้ โดยใช้ ความรู้เกี่ยวกับการแปรผัน เกี่ยวเนื่องได้ 3. เชื่อมโยงแนวคิดที่มี ความเกี่ยวข้องกันภายใน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชา อื่น หรือคณิตศาสตร์กับ สถานการณ์ ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดง การแปรผันเกี่ยวเนื่องได้	การแปรผัน เกี่ยวเนื่อง	4
		รวม		16

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD จำนวน 4 แผน เวลา 16 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแต่ละแผนประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

- 1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้
- 1.4.2 ผลการเรียนรู้
- 1.4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.4.3.1 ด้านความรู้
- 1.4.3.2 ด้านทักษะ/ กระบวนการ
- 1.4.3.3 ด้านคุณลักษณะ
- 1.4.4 สารสำคัญ
- 1.4.5 สารการเรียนรู้
- 1.4.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้
  - 1.4.6.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
  - 1.4.6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
  - 1.4.6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)
  - 1.4.6.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
  - 1.4.6.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)
- 1.4.7 สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้
- 1.4.8 การวัดและประเมินผล
- 1.4.9 บันทึกหลังการสอน
- 1.5 สร้างแบบทดสอบย่อย เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ  
จำนวนทั้งหมด 4 ชุดข้อสอบ มีรายละเอียดดังตารางที่ 11-14

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน หัวข้อ การแปรผันตรง

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				จำนวนข้อสอบทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่แท้จริง
			ความรู้/ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์		
1. เขียนสมการแสดงการแปรผันตรงระหว่างปริมาณต่าง ๆ ได้	การแปรผันตรง	นักเรียนสามารถบอกได้ว่าปริมาณสองปริมาณที่สัมพันธ์กันแปรผันตรงหรือไม่	2			2	2	
2. แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมการแปรผันตรงได้	การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหนึ่งให้เขียนสมการแสดงการแปรผันตรงสองปริมาณนั้นให้						
3. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ	การเชื่อมโยงความรู้	2. เขียนสมการแสดงการแปรผันตรงสองปริมาณใด ๆ ที่แปรผันตรงต่อกันได้		2		2	4	
		3. แก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผันตรงได้			4	4	4	
รวม			2	2	6	10	10	

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผกผัน หัวข้อการแปรผกผันตรงแบบอื่น

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				จำนวนข้อสอบทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ใช้อย่างจริง
			ความรู้/ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์		
1. เขียนสมการแสดงการแปรผกผันตรงแบบอื่นระหว่างปริมาณต่าง ๆ ได้	การแปรผกผัน	นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงการแปรผกผันระหว่างสองปริมาณใด ๆ ที่แปรผกผันตรงต่อกันได้	2	2	4	4	4	
2. แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผกผันตรงแบบอื่นได้	การแปรผกผัน	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผกผันตรงได้			4	2	6	
3. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ	การแปรผกผัน	นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ						
รวม			2	6	2	10	10	



ตารางที่ 13 การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน หัวข้อ การแปรผกผัน

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				จำนวนข้อสอบทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ใช้อย่างจริง
			ความรู้/ความเข้าใจ	การนำป้ใช้	การวิเคราะห์	การ		
1. เขียนสมการแสดงการแปรผกผันระหว่างปริมาณต่าง ๆ ได้	การแปรผกผัน	นักเรียนสามารถบอกได้ว่าปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้แปรผกผันต่อกันหรือไม่ เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสองปริมาณนั้นให้	2			2	2	
2. แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผกผันได้	การแปรผกผัน	เขียนสมการแสดงการแปรผกผันระหว่างสองปริมาณใด ๆ ที่แปรผกผันต่อกันได้				2	4	
3. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ	การแปรผกผัน	แก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผกผันได้				2	4	
รวม			2	2	4	2	10	

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์แบบทดสอบย่อยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน หัวข้อการแปรผันเกี่ยวเนื่อง

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				จำนวนข้อสอบทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ใช้อย่างจริงจัง
			ความรู้/ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์		
1. เขียนสมการแสดงการแปรผันเกี่ยวกับเรื่องระหว่างปริมาณต่าง ๆ ได้	การแปรผัน	นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงการแปรผันเกี่ยวกับเรื่องระหว่างปริมาณต่าง ๆ ได้	2	2	4	4	4	
2. แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผัน	การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผัน	2	2	4	4	4	
3. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ	การเชื่อมโยงความรู้	นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ	2	2	4	4	4	
<b>รวม</b>			<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแบบทดสอบย่อยที่สร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา รูปแบบการสอน และความเหมาะสมของภาษา ระหว่างผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ระยะเวลา เนื้อหา และภาษาที่ใช้ตามลำดับ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม โดยกำหนดความเหมาะสมเป็น 5 ระดับ ดังนี้

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

นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้เกณฑ์แปลความหมายค่าเฉลี่ยของกลุ่มดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102-103)

- 4.51-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด
- 3.51-4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก
- 2.51-3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง
- 1.51-2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย
- 1.00-1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ยที่ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ควรอยู่ที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป ซึ่งจากการประเมินพบว่ามีค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 4.44 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .02 (รายละเอียดดังตารางที่ 25) โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 1.7.1 ในแต่ละชั้นของ 5Es ควรระบุเวลาให้ชัดเจน
- 1.7.2 ความถูกต้องของการใช้ภาษา
- 1.7.3 กระบวนการบางขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป ยังไม่ชัดเจน
- 1.7.4 ข้อสอบย่อยบางข้อยังไม่สมบูรณ์ ได้แก่ ความชัดเจนของคำถาม

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบย่อยมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่

- 1.8.1 ระยะเวลาให้ชัดเจนแยกเป็นรายคาบ
- 1.8.2 ปรับความถูกต้องของการใช้ภาษา
- 1.8.3 ขยายความในชั้นอธิบายและลงข้อสรุปให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น
- 1.8.4 ปรับความชัดเจนของคำถาม

จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน ของโรงเรียนจุฬารัตนาธิปไตย ชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งมีผลการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.9.1 ชั้นสำรวจและค้นหา พบว่านักเรียนยังคงมีความสับสน และไม่เข้าใจเนื้อหา ที่ศึกษาอย่างถ่องแท้ ทั้งนี้เนื่องจากระยะเวลาในชั้นสำรวจและค้นหาน้อยไป ผู้วิจัยจึงเพิ่มเวลา ในชั้นสำรวจและค้นหาให้มากขึ้น โดยลดเวลาในชั้นสร้างความสนใจลง เพื่อช่วยให้นักเรียน ได้มีเวลาในการศึกษาเนื้อหามากยิ่งขึ้น

1.9.2 ชั้นขยายความรู้ นักเรียนสามารถทำโจทย์ในคาบเรียนได้เพียงข้อเดียว จากที่กำหนดไว้ 2 ข้อ ในแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงกระชับเวลาในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ช่วยให้นักเรียนสามารถทำโจทย์ได้ทันเวลา

1.10 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น และนำไปใช้กับกลุ่ม ตัวอย่างต่อไป

**2. แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ลักษณะเป็นแบบทดสอบเขียนตอบ จำนวน 4 ข้อ มีขั้นตอน การสร้างดังนี้**

2.1 ศึกษาเนื้อหาตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนจุฬารัตนาธิปไตย ชลบุรี และ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบเขียนตอบ จากตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้าง การวิเคราะห์แบบทดสอบ แนวทางการวัดและการประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.3 วิเคราะห์เนื้อหาจากสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อจัดทำแบบทดสอบวัดทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้สอดคล้องกับ ผลการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การแปรผัน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ประเภท ของการ เชื่อมโยง	จำนวน ข้อสอบ ทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบ ใช้จริง
1. เขียน สมการแสดง การแปรผัน ระหว่างปริมาณ ต่าง ๆ ที่แปรผัน ต่อกันได้	การแปร ผันตรง	นักเรียนสามารถ 1. เชื่อมโยงแนวคิดที่มี ความเกี่ยวข้องกันภายใน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์สาขาวิชาอื่นหรือ คณิตศาสตร์กับ สถานการณ์ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดง การแปรผันตรงได้	การ เชื่อมโยง ภายใน เนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ และการ เชื่อมโยง คณิตศาสตร์ กับ สถานการณ์ ในชีวิตจริง	2	1
2. แก้ปัญหา หรือสถานการณ์ ที่กำหนดโดยใช้ ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันได้					
1. เขียน สมการแสดง การแปรผัน ระหว่างปริมาณ ต่าง ๆ ที่แปรผัน ต่อกันได้	การแปร ผันตรง แบบอื่น	นักเรียนสามารถ 1. เชื่อมโยงแนวคิดที่มี ความเกี่ยวข้องกันภายใน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์สาขาวิชาอื่นหรือ คณิตศาสตร์กับ สถานการณ์ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดง การแปรผันตรงแบบอื่น ได้	การ เชื่อมโยง คณิตศาสตร์ กับศาสตร์ สาขา วิชาอื่น และการ เชื่อมโยง คณิตศาสตร์ กับ สถานการณ์ ในชีวิตจริง	2	1
2. แก้ปัญหา หรือสถานการณ์ ที่กำหนดโดยใช้ ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันได้					

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ประเภท ของการ เชื่อมโยง	จำนวน ข้อสอบ ทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบ ใช้จริง
1. เขียน สมการแสดง การแปรผัน ระหว่างปริมาณ ต่าง ๆ ที่แปรผัน ต่อกันได้	การแปร ผกผัน	นักเรียนสามารถ 1. เชื่อมโยงแนวคิดที่มี ความเกี่ยวข้องกันภายใน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์สาขาวิชาอื่นหรือ คณิตศาสตร์กับ สถานการณ์ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดง การแปรผกผันได้	การเชื่อมโยง ภายใน เนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ และการ เชื่อมโยง คณิตศาสตร์ กับ สถานการณ์ ในชีวิตจริง	2	1
2. แก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ ที่กำหนด โดยใช้ความรู้ เกี่ยวกับ การแปรผันได้	การ แปรผัน เกี่ยวเนื่อง	นักเรียนสามารถ 1. เชื่อมโยงแนวคิดที่มี ความเกี่ยวข้องกันภายใน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์สาขาวิชาอื่นหรือ คณิตศาสตร์กับ สถานการณ์ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดง การแปรผันเกี่ยวเนื่องได้	การเชื่อมโยง ภายใน เนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ และการ เชื่อมโยง คณิตศาสตร์ กับ สถานการณ์ ในชีวิตจริง	2	1
1. เขียนสมการ แสดงการแปรผัน ระหว่างปริมาณ ต่าง ๆ ที่แปรผัน ต่อกันได้	การ แปรผัน เกี่ยวเนื่อง	นักเรียนสามารถ 1. เชื่อมโยงแนวคิดที่มี ความเกี่ยวข้องกันภายใน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์สาขาวิชาอื่นหรือ คณิตศาสตร์กับ สถานการณ์ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดง การแปรผันเกี่ยวเนื่องได้	การเชื่อมโยง ภายใน เนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ และการ เชื่อมโยง คณิตศาสตร์ กับ สถานการณ์ ในชีวิตจริง	2	1
2. แก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่ กำหนดโดยใช้ ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันได้	การ แปรผัน เกี่ยวเนื่อง	นักเรียนสามารถ 1. เชื่อมโยงแนวคิดที่มี ความเกี่ยวข้องกันภายใน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์สาขาวิชาอื่นหรือ คณิตศาสตร์กับ สถานการณ์ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดง การแปรผันเกี่ยวเนื่องได้	การเชื่อมโยง ภายใน เนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ และการ เชื่อมโยง คณิตศาสตร์ กับ สถานการณ์ ในชีวิตจริง	2	1
รวม					4

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน โดยสร้างแบบทดสอบเขียนตอบ จำนวน 8 ข้อ

2.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric assessment) ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2546; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2555ช)

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือคณิตศาสตร์สถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างสมบูรณ์ นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3 ดี	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือคณิตศาสตร์สถานการณ์ในชีวิตจริงได้สมบูรณ์ แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง
2 พอใช้	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือคณิตศาสตร์สถานการณ์ในชีวิตจริงได้บางส่วน นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
1 ควรแก้ไข	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือคณิตศาสตร์สถานการณ์ในชีวิตจริงได้บางส่วน แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง
0 ต้องปรับปรุง	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงไม่ได้ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

2.6 นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ที่สร้างขึ้น จำนวน 8 ข้อ พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ การเรียนรู้ แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุง

2.7 นำแบบทดสอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ และเกณฑ์ การให้คะแนนที่ผ่านการปรับปรุงเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน เพื่อวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (IOC: Index of objective congruence) ซึ่งเป็น การให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ หรือไม่ และใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตรงตาม จุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตรง ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ไม่ตรง ตามจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งค่าดัชนีที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งจากการประเมินพบว่าข้อสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .80-1.00 (รายละเอียดดังตาราง ที่ 26) โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

2.7.1 ปรับการใช้สัญลักษณ์ ได้แก่ เครื่องหมาย ” ให้เปลี่ยนเป็นคำว่า นิ้ว

2.7.2 ข้อมูลในโจทย์ข้อ 1 ที่กำหนดให้ นักเรียนอาจไม่ได้ใช้ความรู้ เรื่อง การแปรผัน ก็สามารถหาคำตอบได้

2.7.3 ข้อมูลในข้อ 3 ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง อาจทำให้นักเรียน เกิดความสงสัย

2.7.4 การปรับภาษา ให้มีความกระชับและชัดเจนมากขึ้น

2.8 นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

2.8.1 เปลี่ยนเครื่องหมาย ” ให้เปลี่ยนเป็นคำว่า นิ้ว

2.8.2 ปรับโจทย์เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้เรื่องการแปรผันในการหาคำตอบ

2.8.3 ปรับค่าข้อมูลในข้อ 3 ให้สอดคล้องกับความเป็นจริง ได้แก่ ใน 2 วินาที ก้อนหินตกลงมาเป็นระยะทาง 40 เมตร



#### 2.8.4 ปรับภาษาให้กระชับและชัดเจนมากขึ้น

จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.9 นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน ของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

2.9.1 หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) ของข้อสอบรายข้อ แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80

2.9.2 หาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของข้อสอบเป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

2.10 คัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่าแบบทดสอบที่คัดเลือกมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.64-0.75 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .35-.52 จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบราวน์ พบว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .82

2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน จำนวน 4 ข้อ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

**3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2** ลักษณะเป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี และมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จากตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้างการวิเคราะห์แบบทดสอบ แนวทางการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3.3 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบโดยจำแนกตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้ ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) และการวิเคราะห์ (Analysis) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				จำนวน ข้อสอบ ทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้อย่าง จริงจัง
			ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์		
1. เขียนสมการแสดง การแปรผันตรงระหว่าง ปริมาณต่าง ๆ ได้	การแปรผันตรง	นักเรียนสามารถ 1. บอกได้ว่าปริมาณสองปริมาณที่ กำหนดให้แปรผันตรงต่อกันหรือไม่ เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสอง ปริมาณนั้นให้	2 (1)			2	1	
2. แก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันตรงได้		2. เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่าง สองปริมาณใด ๆ ที่แปรผันตรงต่อกันได้ 3. แก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิต จริงที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันตรงได้		2 (1)	2 (1)	4	2	
				4 (2)		4	2	

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				จำนวน ข้อสอบ ทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้จริง
			ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์		
1. เขียนสมการแสดง การแปรผันตรงแบบอื่น ระหว่งปริมาณต่าง ๆ ได้	การแปรผันตรง แบบอื่น	นักเรียนสามารถ 1. เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่าง สองปริมาณใด ๆ ที่แปรผันตรงต่อกันได้ 2. แก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิต จริงที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันตรงได้	2 (1)	2 (1)	4	2	2	
2. แก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันตรงแบบอื่น ได้			4 (2)	2 (1)	6	3	3	

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				จำนวน ข้อสอบ ทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้อย่าง จริงจัง
			ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์		
1. เขียนสมการแสดง การแปรผกผันระหว่าง ปริมาณต่าง ๆ ได้	การแปรผกผัน	นักเรียนสามารถ 1. บอกได้ว่าปริมาณสองปริมาณที่ กำหนดให้แปรผกผันต่อกันหรือไม่ เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสอง ปริมาณนั้นให้	2 (1)			2	1	
2. แก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผกผันได้		2. เขียนสมการแสดงการแปรผกผันระหว่าง สองปริมาณใด ๆ ที่แปรผกผันต่อกันได้ 3. แก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิต จริงที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผกผันได้	2 (1)	2 (1)	2 (1)	4	2	

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด				จำนวน ข้อสอบ ทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้อย่าง จริงจัง
			ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์		
1. เขียนสมการแสดง การแปรผันเกี่ยวกับ ระหว่งปริมาณต่าง ๆ ได้	การแปรผัน เกี่ยวกับ	นักเรียนสามารถ 1. เขียนสมการแสดงการแปรผัน เกี่ยวกับระหว่งปริมาณต่าง ๆ ได้ 2. แก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิต จริงที่กำหนดให้ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันที่เกี่ยวข้องได้	2 (1)	2 (1)	4 (2)	2 (1)	6	3
2. แก้ปัญหาหรือ สถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การแปรผันเกี่ยวกับ			4 (2)	8 (4)	24 (12)	4 (2)	40	20
		รวม	4 (2)	8 (4)	24 (12)	4 (2)	40	20

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ทำถูกต้อง 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น จำนวน 40 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุง

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน เพื่อวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (IOC: Index of objective congruence) ซึ่งเป็นการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้หรือไม่ และใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยค่าดัชนีที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งจากการประเมินพบว่ามีความระหว่าง .60-.80 (รายละเอียดดังตารางที่ 27) โดยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

3.7.1 คำถามบางข้อควรแยกข้อ เพราะถามสองคำตอบ เช่น

ข้อ 7 ถ้า  $P$  แปรผันตรงกับ  $Q$  และ  $P = 9$  เมื่อ  $Q = 3$  จงหาค่า  $P$  เมื่อ  $Q = 6$  และค่า  $Q$  เมื่อ  $P = 3$

3.7.2 การเน้นย้ำคำถาม ควรใช้ตัวอักษรหนา หรือขีดเส้นใต้ เช่น ข้อ 1. ข้อใด ไม่เป็นการแปรผันตรง

3.7.3 การปรับภาษา ให้มีความกระชับและชัดเจนมากขึ้น

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

3.8.1 ปรับคำถามให้เหลือเพียงการหาคำตอบตัวเดียว เช่น ข้อ 7. ถ้า  $P$  แปรผันตรงกับ  $Q$  และ  $P = 9$  เมื่อ  $Q = 3$  จงหาค่า  $P$  เมื่อ  $Q = 6$

3.8.2 เน้นย้ำคำถาม ควรใช้ตัวอักษรหนา หรือขีดเส้นใต้ เช่น ข้อ 1. ข้อใดไม่เป็นการแปรผันตรง

3.7.3 ปรับภาษา ให้มีความกระชับและชัดเจนมากขึ้น

จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

3.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน ของโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

3.9.1 หาความยากง่าย ( $p$ ) ของข้อสอบรายข้อ แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .02-.80

3.9.2 หาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของข้อสอบเป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

3.10 คัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่าแบบทดสอบที่คัดเลือกมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .38-.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .23-.83 จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตร KR-20 พบว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .86

3.3.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง การแปรผัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยใช้แผนการศึกษาค้นคว้าแบบศึกษากลุ่มเดียว วัดหลังการทดลองครั้งเดียว (One-group posttest-only design) เป็นแบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง ที่มีลักษณะดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แบบแผนการทดลองแบบ One-group posttest-only design

กลุ่ม	ทดลอง	ทดสอบ
<i>E</i>	<i>X</i>	<i>T</i>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

*E* แทน กลุ่มทดลอง

*X* แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD

*T* แทน การสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จัดนักเรียนเป็น กลุ่ม ๆ ละ 4 คน ประกอบด้วยสมาชิกมีความสามารถแตกต่างกัน ความสามารถสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน โดยพิจารณาจากคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3 (ค20203) (รายละเอียดดังตารางที่ 30)

2. ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยในครั้งนี้

3. เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนแล้ว ผู้วิจัยทำการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แล้วบันทึกผลการทดสอบ โดยใช้เวลา



ในการดำเนินการทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คาบ

4. ตรวจสอบให้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ที่ได้ไปวิเคราะห์ผลและแปลผลข้อมูลต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน โดยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง การแปรผัน กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ *t-test* for one sample

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง การแปรผัน กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ *t-test* for one sample

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 73) ดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 79) ดังนี้

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

เมื่อ $S$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว
$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## 2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในการทำวิจัย

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160) ดังนี้

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

เมื่อ $IOC$	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อมูลกับจุดประสงค์
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความสอดคล้องตามการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
$N$	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบักของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการคำนวณ ตามลำดับดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 161, 163, 166) ดังนี้

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

เมื่อ	$p$	แทน	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ
	$S_h$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น ( $fx$ ) ในกลุ่มสูง
	$S_l$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น ( $fx$ ) ในกลุ่มต่ำ
	$n_l$	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุด

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

เมื่อ	$r$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ
	$S_h$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น ( $fx$ ) ในกลุ่มสูง
	$S_l$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น ( $fx$ ) ในกลุ่มต่ำ
	$n$	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำรวมกัน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุด

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

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$S_i^2$  แทน ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

### 2.3 หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีแบบ

คูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตร KR-20 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการคำนวณ ตามลำดับดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160, 162, 165) ดังนี้

$$p = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l}$$

เมื่อ	$p$	แทน	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ
	$R_h$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_l$	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$n_h$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	$n_l$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

$$r = \frac{R_h - R_l}{n}$$

เมื่อ	$r$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ
	$R_h$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_l$	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$n$	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$p$	แทน	สัดส่วนผู้ตอบถูกกับคนทั้งหมด

$q$	แทน	สัดส่วนผู้ตอบผิดกับคนทั้งหมด
$S_r^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กับเกณฑ์ร้อยละ 75 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	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน $t$ -distribution
	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 75)
	$s$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีการนำเสนอผลการวิจัยดังต่อไปนี้

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิจัย เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการเสนอผลการวิจัย ดังนี้

- $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $k$  แทน คะแนนเต็ม
- $\mu_0$  แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 75)
- $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ย
- $s$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- $t$  แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน  $t$ -distribution
- $p$  แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
- \* แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

##### ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ซึ่งคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทาง

คณิตศาสตร์ ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t-test* for one sample ผลปรากฏดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กับเกณฑ์ร้อยละ 75

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	<i>k</i>	$\mu_0$	$\bar{x}$	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
หลังเรียน	24	16	12	13.88	2.659	3.454*	.001

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 19 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เท่ากับ 13.88 คะแนน และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ผู้วิจัยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มตามเกณฑ์การประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

นักเรียนในกลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 4 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 68.75 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากที่สุดอันดับที่ 1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างสมบูรณ์ นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง โดยมีลักษณะตัวอย่างคำตอบจากโจทย์ “ระยะเวลาในการใส่น้ำให้เต็มถังขนาด 100 ลิตรแปรผกผันกับกำลังสองของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อสายยาง นายแดงต้องการใส่น้ำให้เต็มถังใบหนึ่ง ปรากฏว่าท่อสายยางที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 3 เซนติเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง น้ำจึงจะเต็มถึง

- จงหา
- 1) นายแดงควรใช้ท่อสายยางที่มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด ถ้าต้องการใช้เวลาเติมน้ำเต็มถัง ภายใน 30 นาที
  - 2) ถ้านายแดงเปลี่ยนท่อสายยางที่มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 6 เซนติเมตร จะใช้เวลานานเท่าใด น้ำจึงจะเต็มถึงขนาด 200 ลิตร” คำตอบของข้อนี้คือ

“1)  $3\sqrt{2}$  เซนติเมตร และ 2) 30 นาที” นักเรียนในกลุ่มนี้ นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ได้อย่างสมบูรณ์ นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

ตัวอย่างแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น

- การคิดคำนวณสมการแสดงการแปรผัน
- การแทนค่าในสมการ การคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์
- ความสัมพันธ์ของขนาดถึงระหว่าง 100 ลิตร และ 200 ลิตร
- ความสัมพันธ์ของหน่วยเวลาระหว่าง นาที และ ชั่วโมง

และตัวอย่างแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง เช่น

- การแปลงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการใส่น้ำให้เต็มถึงกับขนาดของเส้นผ่าน

ศูนย์กลาง เข้าสู่สมการแสดงการแปรผัน

ซึ่งมีลักษณะการตอบดังภาพที่ 3



1. ระยะเวลาในการใส่น้ำให้เต็มถังขนาด 100 ลิตรแปรผกผันกับกำลังสองของความเร็วของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อสายยาง นายแดงต้องการใส่น้ำให้เต็มถังในหนึ่ง ชั่วโมงว่าท่อสายยางที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 3 เซนติเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง น้ำจึงจะเต็มถัง

จงหา 1) นายแดงควรใช้ท่อสายยางที่มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด ถ้าต้องการใช้เวลาเติมน้ำเต็มถังภายใน 30 นาที

2) ถ้านายแดงเปลี่ยนท่อสายยางที่มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 6 เซนติเมตร จะใช้เวลา

นานเท่าใด น้ำจึงจะเต็มถึงขนาด 200 ลิตร

กำหนดให้  $t$  เป็นเวลาที่ใช้การใส่น้ำ

$d$  เป็นความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลาง

$t \propto \frac{1}{d^2}$  จงได้  $t = \frac{k}{d^2}$  เมื่อ  $k$  เป็นค่าคงตัวของการแปรผกผัน  $k = \frac{d^2}{t}$

จง  $\frac{100}{d^2} = \frac{k}{3^2}$  และ  $\frac{100}{d^2} = \frac{k}{t}$

$60 = \frac{k}{9}$

$540 = k$  จงได้  $t = \frac{540}{d^2}$

จง  $d = ?$  ,  $t = 30$  และ  $t = \frac{540}{d^2}$

$30 = \frac{540}{d^2}$

$d^2 = \frac{540}{30}$

$d^2 = 18$

$d = \sqrt{18} = 3\sqrt{2}$

① จงคิดใช้ท่อที่ส่งกบยาว ๑.๕ cm  $\neq$

จง  $d = 6$  ,  $t = ?$  และ  $t = \frac{540}{d^2}$

$t = \frac{540}{6^2}$

$t = \frac{540}{36}$

$t = 15$

② งัดลิ้นกบที่มีครึ่ง ๑๐๐ ลิตร จะใช้เวลาใส่  $\neq$  30 นาที  $\neq$

ภาพที่ 3 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 5 ได้คะแนน 4 คะแนน ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นักเรียนในกลุ่มที่ 2 ได้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 13.54 ซึ่งเป็นสัดส่วนมากที่สุดเป็นอันดับ 3 แสดงว่านักเรียนบางส่วนยังนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ได้สมบูรณ์ แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง อาจเกิดจากความสับสนของนักเรียนเอง โดยมีลักษณะตัวอย่างคำตอบจากโจทย์ “ระยะเวลาในการใส่น้ำให้เต็มถึงขนาด 100 ลิตรแปรผกผันกับกำลังสองของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อสายยาง นายแดงต้องการใส่น้ำให้เต็มถึงใบหนึ่ง ปรากฏว่าท่อสายยางที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 3 เซนติเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง น้ำจึงจะเต็มถึง

- จงหา
- 1) นายแดงควรใช้ท่อสายยางที่มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด ถ้าต้องการใช้เวลาเติมน้ำเต็มถึง ภายใน 30 นาที
  - 2) ถ้านายแดงเปลี่ยนท่อสายยางที่มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 6 เซนติเมตร จะใช้เวลานานเท่าใด น้ำจึงจะเต็มถึงขนาด 200 ลิตร” คำตอบของข้อนี้คือ

“1)  $3\sqrt{2}$  เซนติเมตร และ 2) 30 นาที” นักเรียนในกลุ่มนี้ นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ได้สมบูรณ์ แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง ดังภาพที่ 4

1. ระยะเวลาในการใส่น้ำให้เต็มถังขนาด 100 ลิตรแปรผกผันกับกำลังสองของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อสายยาง นายแดงต้องการใส่น้ำให้เต็มถังใบหนึ่ง ปรากฏว่าท่อสายยางที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 3 เซนติเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง น้ำจึงจะเต็มถัง

จงหา 1) นายแดงควรใช้ท่อสายยางที่มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด ถ้าต้องการใช้เวลาเติมน้ำเต็มถังภายใน 30 นาที

2) ถ้านายแดงเปลี่ยนท่อสายยางที่มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 6 เซนติเมตร จะใช้เวลา

นานเท่าใด น้ำจึงจะเต็มถังขนาด 200 ลิตร

Sol<sup>n</sup> กำหนดให้  $x$  แทน ความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ  
 $y$  แทน ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อ  
 $z$  แทน เวลาที่ใช้ในการเติมน้ำให้เต็ม 100 ลิตร

$x \propto \frac{1}{y^2}$  ;  $x = \frac{k}{y^2}$  โดย  $k$  เป็นค่าคงที่ของความเป็นจริง  $k \neq 0$

หรือ  $\frac{1}{x} = \frac{y^2}{k}$

$\frac{1}{3} = \frac{y^2}{k} \rightarrow$  ความยาวของท่อที่มี คือ  $x = \frac{9}{y^2}$

①  $\frac{1}{3} = \frac{y^2}{k}$

$y^2 = \frac{k}{3}$

$y = \sqrt{\frac{k}{3}}$

$y = \frac{\sqrt{3k}}{3}$

0.5

โดยนำค่านี้ใส่กลับลงในสมการ  $x = \frac{9}{y^2}$  จะได้  $x = \frac{9}{(\frac{\sqrt{3k}}{3})^2}$

②  $x = \frac{9}{(\frac{\sqrt{3k}}{3})^2}$

$x = \frac{9}{\frac{3k}{3}}$

$x = \frac{9}{k}$  หรือ  $k = \frac{9}{x}$

0.5

$x = 16$  นาที

ใช้เวลา 15 นาที  $\neq$   $\rightarrow$  ถ้า 100 ลิตร ใช้ 1 ชม.  $\therefore 19 \times 1 = 19$  นาที  $\times$

3

ภาพที่ 4 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 4 ได้คะแนน 3 คะแนน ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นักเรียนในกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 2 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 14.58 ซึ่งเป็นสัดส่วนมากที่สุดเป็นอันดับ 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนยังนำความรู้เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้บางส่วน แต่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งอาจเกิดจากการที่นักเรียนยังไม่เข้าใจมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนอย่างแท้จริง การหาคำตอบที่ถูกต้องอาจมาจากความเคยชินที่เคยได้ทำโจทย์ก่อนหน้านี้ โดยมีลักษณะตัวอย่างคำตอบจากโจทย์ “ระยะเวลาในการใส่น้ำให้เต็มถึงขนาด 100 ลิตรแปรผกผันกับกำลังสองของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อสายยาง นายแดงต้องการใส่น้ำให้เต็มถึงใบหนึ่ง ปรากฏว่าท่อสายยางที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 3 เซนติเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง น้ำจึงจะเต็มถึง

- จงหา
- 1) นายแดงควรใช้ท่อสายยางที่มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด ถ้าต้องการใช้เวลาเติมน้ำเต็มถึง ภายใน 30 นาที
  - 2) ถ้านายแดงเปลี่ยนท่อสายยางที่มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 6 เซนติเมตร จะใช้เวลานานเท่าใด น้ำจึงจะเต็มถึงขนาด 200 ลิตร” คำตอบของข้อนี้คือ

“1)  $3\sqrt{2}$  เซนติเมตร และ 2) 30 นาที” แต่นักเรียนในกลุ่มนี้ นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ แนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงบางส่วน นำไปสู่อคำตอบที่ถูกต้อง ดังภาพที่ 5

1. ระยะเวลาในการให้น้ำให้เต็มถังขนาด 100 ลิตรแปรผกผันกับกำลังสองของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อสายยาง นายแดงต้องการให้น้ำให้เต็มถังใบหนึ่ง ปรากฏว่าท่อสายยางที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 3 เซนติเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง น้ำจึงจะเต็มถัง

จงหา 1) นายแดงควรใช้ท่อสายยางที่มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด ถ้าต้องการใช้เวลาเติมน้ำเต็มถังภายใน 30 นาที

2) ถ้านายแดงเปลี่ยนท่อสายยางที่มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 6 เซนติเมตร จะใช้เวลา

นานเท่าใด น้ำจึงจะเต็มถึงขนาด 200 ลิตร

ใช้ความสัมพันธ์ให้ตัวแปร :  $y$  ภาวผกผันกับกำลังสอง  $x$   $R$

$$f(x) = \frac{y}{x^2} \quad \text{หรือ } k = \frac{y}{x^2} \quad \text{เมื่อ } k \text{ เป็นค่าคงที่ในกรณีนี้ } k = k_1 \neq 0$$

สมการที่  $\frac{100}{k} = \frac{y}{x^2}$  900 = 100

1)  $100 = \frac{y}{x^2}$  (  $k = 900$  จากโจทย์ )  $900$  หรือ  $30 \text{ นาที}$  )

$$100x^2 = \frac{y}{k}$$

เมื่อ  $k$  เป็นค่าคงที่ในกรณีนี้  $k = k_1 \neq 0$

$x^2 = \frac{y}{100k}$  (  $k = 900$  ) (  $y = 100$  )

(  $y$  เป็นปริมาณที่เปลี่ยนแปลง )  $30 \text{ นาที}$

(  $x$  )  $\therefore$  จะใช้ท่อสายยางที่มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง  $\sqrt{\frac{y}{k}}$  ซม

2)  $200 = \frac{y}{x^2}$  (  $k = 900$  )  $y = 200$  ) (  $k$  เป็นค่าคงที่ในกรณีนี้  $k = k_1 \neq 0$  )

$$x^2 = \frac{y}{200k}$$

$k = 900$  หรือ  $30 \text{ นาที}$  หรือ  $2 \text{ ชั่วโมง}$

0.8

2

ภาพที่ 5 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 2 คะแนน ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นักเรียนในกลุ่มที่ 4 ได้คะแนน 1 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 3.13 ซึ่งเป็นสัดส่วนมากที่สุดเป็นอันดับ 4 โดยมีนักเรียนส่วนน้อยที่นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้บางส่วน แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง นักเรียนในกลุ่มนี้ยังไม่เข้าใจมโนทัศน์ของเรื่องที่เรียนอย่างแท้จริง การทำข้อสอบจึงไม่เป็นระเบียบแบบแผน อาจจะทำไปจนถึงคำตอบแต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง โดยมีลักษณะตัวอย่างคำตอบจากโจทย์ “ระยะเวลาในการใส่น้ำให้เต็มถังขนาด 100 ลิตรแปรผกผันกับกำลังสองของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อสายยาง นายแดงต้องการใส่น้ำให้เต็มถังใบหนึ่งปรากฏว่าท่อสายยางที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 3 เซนติเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง น้ำจึงจะเต็มถังจงหา

- 1) นายแดงควรใช้ท่อสายยางที่มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด ถ้าต้องการใช้เวลาเติมน้ำเต็มถัง ภายใน 30 นาที
- 2) ถ้านายแดงเปลี่ยนท่อสายยางที่มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 6 เซนติเมตร จะใช้เวลานานเท่าใด น้ำจึงจะเต็มถังขนาด 200 ลิตร” คำตอบของข้อนี้คือ

“1)  $3\sqrt{2}$  เซนติเมตร และ 2) 30 นาที” แต่นักเรียนในกลุ่มนี้นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ แนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้บางส่วน แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง ดังภาพที่ 6

1. ระยะเวลาในการใส่น้ำให้เต็มถึงขนาด 100 ลิตรแปรผกผันกับกำลังสองของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อสายยาง นายแดงต้องการใส่น้ำให้เต็มถึงโบหนึ่ง ปรากฏว่าท่อสายยางที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 3 เซนติเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง น้ำจึงจะเต็มถึง

จงหา 1) นายแดงควรใช้ท่อสายยางที่มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด ถ้าต้องการใช้เวลาเติมน้ำเต็มถึงภายใน 30 นาที

2) ถ้านายแดงเปลี่ยนท่อสายยางที่มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 6 เซนติเมตร จะใช้เวลานานเท่าใด น้ำจึงจะเต็มถึงขนาด 200 ลิตร

ปริมาณน้ำ = 1 t = 60 นาที  
 ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง = r  
 $l \propto \frac{1}{r^2}$   
 $l = \frac{k}{r^2}$  เมื่อ k เป็นค่าคงตัว ≠ 0

$100 = \frac{k}{3^2}$       $6k = 900$

$300 = 60 k$  วิธีหาค่า k ได้ว่า  
 $\frac{900}{60} = k$       $1 = \frac{t}{r}$   
 $15 = k$

1. ถ้าใช้ท่อเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 30 นาที  
 จะต้องใช้สายยางขนาด =

ภาพที่ 6 ลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นักเรียนในกลุ่มที่ 5 ได้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 0 แสดงว่าไม่มีนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างคนใดที่นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงไม่ได้ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือ คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

## ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ซึ่งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t-test* for one sample ผลปรากฏดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กับเกณฑ์ร้อยละ 75

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	<i>k</i>	$\mu_0$	$\bar{x}$	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
หลังเรียน	24	20	15	15.88	2.092	2.049*	.026

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 20 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เท่ากับ 15.88 คะแนน และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



นอกจากนี้ยังมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการทำแบบทดสอบ  
ย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4  
เป็น 8.80, 9.38, 9.38 และ 9.63 คะแนน ตามลำดับ

## บทที่ 5

### สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กับเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 4.44 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .02 แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ซึ่งมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .64-.75 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .35-.52 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ คือ .82 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .38-0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .23-.83 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ คือ .86 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิธีการทดสอบ *t-test for one sample*

#### สรุปผลการวิจัย

1. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง

ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ซึ่งเป็นการนำขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เข้าแทรกในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของการสร้างความรู้ (Constructivism) โดยผู้วิจัยมีการตั้งประเด็นคำถามจากสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งการเริ่มต้นจากสถานการณ์ในชีวิตจริงทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และเข้าใจสถานการณ์ที่หยิบยกมา เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการทางความคิดเพื่อนำไปสู่การสำรวจและค้นหาคำตอบและนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้นักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์หรือเชื่อมโยงกับสถานการณ์ ทั้งสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์สาขาวิชาอื่น และสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยมีรายละเอียดของการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน โดยผู้วิจัย ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อกระตุ้น หรือท้าทาย ทำให้นักเรียนสนใจ สงสัย อยากรู้ อยากเห็น ในขั้นนี้สถานการณ์ในชีวิตจริงจะเป็นตัวกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากเห็นของนักเรียนแต่ละคน ทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตจริง ไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ที่ผู้วิจัยได้หยิบยกมา สอดคล้องกับแนวคิดของ วราภรณ์ มีหนัก (2545, หน้า 35 อ้างถึงใน ศศิธร แม่นสงวน, 2555, หน้า 195) ที่กล่าวว่า องค์ประกอบที่ช่วยพัฒนาทักษะเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือนักเรียนมีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้ และทักษะ/ กระบวนการที่มีเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) สมาชิกในกลุ่มทุกคนต้องร่วมกันศึกษาเนื้อหาให้เข้าใจ ลงมือปฏิบัติเก็บรวบรวมข้อมูล สืบค้น สำรวจเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ จากนั้นร่วมกันตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูล ในขั้นตอนนี้ นักเรียนในแต่ละกลุ่ม จะได้ฝึกการสังเกตหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งในขั้นนี้ นักเรียนจะได้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการเชื่อมโยงพื้นฐานความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้จากการสังเกต จากนั้นอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้ ข้อคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การอธิบายและข้อสรุป สอดคล้องกับแนวคิดของ เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร (2555, หน้า 125-126) ที่กล่าวว่าครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง โดยการใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อนักเรียนมีข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้ว นักเรียนนำข้อมูลมาอธิบายความคิดรวบยอด และสรุปผล ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องร่วมกันอธิบายข้อมูล และสรุปผล อย่างเป็นเหตุเป็นผล เพื่อให้เกิดเป็นองค์ความรู้ที่ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ โดยผู้วิจัยใช้วิธีการถามซ้ำ และเขียนองค์ความรู้ที่นักเรียนช่วยกันสรุปบนกระดาน เพื่อเป็นการย้ำ และตรวจสอบว่านักเรียนทุกคนเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง และมีโน้ตสนในเรื่อง การแปรผันอย่างถูกต้อง ซึ่งการที่นักเรียนมีโน้ตสนที่ถูกต้องจะส่งผลให้การประยุกต์ใช้ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความถูกต้อง เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่อไป สอดคล้องกับ วราภรณ์ มีหนัก (2545, หน้า 35 อ้างถึงใน ศศิธร แม้นสงวน, 2555, หน้า 195) กล่าวว่า การที่นักเรียนจะสามารถพัฒนาทักษะเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้นั้นต้องเกิดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี นอกจากนี้ อัมพร ม้าคนอง (2554, หน้า 61-62) กล่าวว่า นักเรียนต้องมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงเป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับของสิ่งที่จะเชื่อมโยง และมีทักษะในการเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์การเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ผู้วิจัยส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ เชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในชีวิตจริง โดยให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์ในหลายลักษณะ เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นเคย และสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งในขั้นนี้ นักเรียนจะได้มีโอกาสแสดงทักษะการเชื่อมโยงของตนได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับ

สถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวราภรณ์ มีหนัก (2545, หน้า 35 อ้างถึงใน ศศิธร แม้นสงวน, 2555, หน้า 195) ที่กล่าวว่าครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาใน สถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน และสอดคล้องกับแนวคิดของ เวชฤทธิ์ อังคนะภักทขจร (2555, หน้า 125-126) ที่กล่าวว่า ครูควรเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทาง คณิตศาสตร์ทั้งภายนอกและภายในวิชาคณิตศาสตร์ รวมไปถึงการช่วยให้นักเรียนสร้างและพัฒนา แนวคิดทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยเริ่มใช้แผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักร การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ในช่วงแรก ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการเรียนด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนไม่มี ประสบการณ์มาก่อน สังเกตได้จากการตรวจใบงานที่นักเรียนทำ ยกตัวอย่างเช่น ใบงานที่ 1 เรื่อง การแปรผันตรง ข้อ 1.1.1 จงพิจารณาตารางความสัมพันธ์ของปริมาณ 2 ปริมาณต่อไปนี้ซึ่ง “เป็น” การแปรผันตรง พร้อมทั้งบอกลักษณะที่เหมือนกันภายในข้อ 1.1.1 นักเรียนส่วนมากไม่สามารถ บอกได้ว่าเพราะเหตุใด ข้อ 1.1.1 จึงเป็นการแปรผันตรง จะมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่สามารถบอก เหตุผลได้ จึงต้องใช้เวลาในการให้สมาชิกที่เก่งเข้าใจ และสามารถอธิบายสมาชิกที่ปานกลางและ สมาชิกที่อ่อน นอกจากนี้ในข้อ 4 เป็นโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง นักเรียนบางคนยังไม่ สามารถเชื่อมโยงสถานการณ์จริงสู่สมการทางคณิตศาสตร์ได้ แต่เมื่อได้มีการช่วยเหลือกับภายใน กลุ่ม นักเรียนที่ไม่สามารถเชื่อมโยงได้ มีความเข้าใจมากขึ้น และส่วนใหญ่สามารถทำใบงานในข้อ 5 และ 6 ได้ด้วยตนเอง หลังจากนั้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับ การเรียนด้วยตนเอง และมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น สังเกตได้จากการที่นักเรียน สามารถตอบคำถามในแต่ละข้อได้อย่างถูกต้อง สมาชิกที่อ่อนส่วนมากก็สามารถเรียนตามเพื่อนทัน และสามารถทำโจทย์ในใบงานได้เองในส่วนใหญ่ จะมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ยังคงไม่เข้าใจและ ยังทำโจทย์ใบงานที่ 3 และ 4 ได้ไม่ถูกต้องทั้งหมด

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงส่งผลให้ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณวิสา จันทร์สุนทรภาพร (2557, หน้า 108-109) ที่พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เรื่องความคล้าย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.71 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.57 และสอดคล้องกับ ศศิกานต์ พงษ์พัฒน์ (2555, หน้า 77) ที่ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (SEs) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (SEs) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง จนเกิดความรู้ความเข้าใจ ซึ่งการที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ทำให้นักเรียนเข้าใจ และจดจำองค์ความรู้ที่ได้ในระยะยาว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโจทย์ในสถานการณ์ในชีวิตจริงอื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม เมื่อนักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่ชัดเจน และถูกต้อง จะส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2541, หน้า 60-61) ที่กล่าวว่า การใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ทำให้นักเรียนสามารถจดจำความรู้ได้นาน สามารถถ่ายโอนความรู้ได้ อีกทั้งการค้นพบด้วยตัวเอง ยังเป็นการทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ และช่วยพัฒนาอัตมโนทัศน์แก่ผู้เรียน อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดของ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2526, หน้า 142) ที่กล่าวว่า การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาคำตอบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่ม ซึ่งการที่สมาชิกในกลุ่มช่วยเหลือกัน นักเรียนที่มีความสามารถเก่งช่วยเหลือนักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง และอ่อน ส่งเสริมและเรียนรู้ทักษะทางสังคม การพูดคุยกัน โดยการ ใช้ภาษาระหว่างเพื่อน จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนอย่างถ่องแท้ นำไปสู่ การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 102) ที่ว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือสามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ทุกระดับความสามารถ และช่วยส่งเสริมการช่วยเหลือร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนที่มีความสามารถ ต่างกัน

2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ในขั้นประเมินผลผู้วิจัยจะประเมินผลการเรียนรู้ ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบย่อยในแต่ละเรื่อง ซึ่งจะทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล ในขั้นตอนนี้เมื่อนักเรียนได้ทำแบบทดสอบย่อย จะทำให้นักเรียนรู้ระดับความสามารถ และจุดบกพร่องของ ตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนา ปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง และเกิดแรงกระตุ้นเพื่อที่จะทำ คะแนนให้สูงขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบย่อยท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมี คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 เป็น 8.80, 9.38, 9.38 และ 9.63 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้น สอดคล้องกับ ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2548, หน้า 191) ซึ่งกล่าวว่า การฝึกโดยมีการทดสอบจะได้ผลดีกว่า ไม่มี การทดสอบ เพราะการทดสอบช่วยให้จำได้ดีกว่าเมื่อมีการทดสอบเกิดขึ้น ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ว่า ตนเองจำบทเรียนส่วนไหนไม่ได้มาก ก็จะพยายามจำและทำความเข้าใจอีกครั้งหนึ่ง การท่องจำ โดยไม่มีการทดสอบไม่ช่วยในเรื่องที่จำไม่ได้ การทดสอบจึงเป็นการรื้อฟื้นความจำอย่างหนึ่ง ซึ่งการเรียนวิธีนี้นักเรียนจะเกิดแรงกระตุ้น ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนและ การทำแบบทดสอบต่าง ๆ จนนักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้เท่ากับเพื่อน ๆ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนดีขึ้น อีกทั้งกลุ่มที่ได้รับคะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุดจะได้รับรางวัล โดยผู้วิจัย ใช้รางวัลเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดการกระตุ้น เพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Guthrie (1993, pp. 202-222 อ้างถึงใน ศศิธร แม้นสงวน, 2555, หน้า 55) ที่กล่าวว่า การสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เป็นสิ่งสำคัญช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ในการสอนจึงควรมีการจูงใจผู้เรียน

2.4 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เท่ากับ 15.88 คะแนน ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 เพียง 0.88 คะแนน อาจเกิดจากการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นการสอบที่มีเนื้อหาครบ 4 เรื่อง ได้แก่ การแปรผันตรง การแปรผันตรงแบบอื่น การแปรผกผัน และการแปรผันเกี่ยวเนื่อง ซึ่งในแต่ละเรื่องนักเรียนได้เรียนในเวลาที่แตกต่างกัน นักเรียนบางคนสามารถเข้าใจในเนื้อหาเรื่องที่เรียนหลังสุด แต่เนื้อหาที่เรียนใหม่มีลักษณะใกล้เคียงกับเนื้อหาที่เคยเรียนมาทำให้เกิดความสับสน มีผลทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่สูงนัก เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทำการทดสอบทันทีเมื่อเรียนจบในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนสามารถทำคะแนนในแต่ละแผนได้มากกว่าร้อยละ 85 ขึ้นไป สอดคล้องกับแนวคิดของ อุบลรัตน์ เพ็งสฤติย์ (2531, หน้า 120-123) ที่กล่าวว่าลักษณะของการแทรกแซงจะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อสิ่งที่เรียนรู้ใหม่นั้นมีข้อกฏเกณฑ์เหมือนกัน และการตอบสนองที่แสดงออกไบนั้นมักจะต้องมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ทำให้จำสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ แต่ลืมสิ่งที่เคยเรียนรู้มา ตามทฤษฎีที่มีการแทรกแซง (Interference theory)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดูบอยส์ (Dubois, 1991) ได้ศึกษาวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD โดยศึกษากลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 นักเรียนเรียนรู้จากครูที่ผ่านการอบรมและใช้วิธีสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มที่ 2 นักเรียนเรียนรู้จากครูที่ไม่ผ่านการอบรม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและสอดคล้องกับ วนาวัน เมืองมงคล (2552, หน้า 78-79) ที่ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนร้อยละ 76.67 มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับ สุภาวดี ศรีธรรมศาสน์ (2551, หน้า 86) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 73.33 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้



## ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในช่วงแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD นักเรียนยังมีความไม่คุ้นชินกับวิธีการจัดการเรียนการสอนลักษณะนี้ ครูจึงควรดูแลเอาใจใส่ และคอยสังเกตนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียด โดยเฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถอ่อน ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาอธิบาย และลงข้อสรุปได้ด้วยตนเอง

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นรูปแบบการจัดการกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ต้องอาศัยเวลาให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นผู้สอนควรจัดสรรเวลาให้เพียงพอ และอาจช่วยนักเรียนด้วยการใช้คำถามนำ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้

1.3 การเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นการจัดการเรียนการสอนรูปแบบกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน ร่วมกันสืบค้นสำรวจ และตรวจสอบสถานการณ์ปัญหาค้างกล่าวด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ จากนั้นมีการประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคล แล้วนำคะแนนมารวมเป็นคะแนนกลุ่ม อาจทำให้นักเรียนที่มีความสามารถสูง เกิดความคิดไม่ยอมรับคะแนนเป็นกลุ่ม เพราะคะแนนของตนสูงกว่าคะแนนของกลุ่ม อีกทั้งกลัวว่าคะแนนจะมีผลต่อเกรดเฉลี่ยที่ได้รับ ครูจึงต้องสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนที่มีความสามารถสูง โดยการบอกประโยชน์ของการช่วยเหลือกัน เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการช่วยเหลือกัน ทั้งประโยชน์ต่อผู้อื่น และประโยชน์ต่อตนเอง

### 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการอื่นทางคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น เศษส่วนของพหุนาม ซึ่งเป็นเรื่องที่เรียนในภาคเรียนเดียวกัน ทำให้นักเรียนเกิดฝึกการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง

2.3 ควรใช้แบบแผนการทดลองแบบอื่น ๆ โดยอาจทำกับนักเรียนกลุ่มเดียวแล้ววัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน หรือวัดผลเป็นระยะ ๆ หรือกับนักเรียนหลายกลุ่ม เพื่อให้ผลวิจัยครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างกว้างขึ้น และมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมการเกษตรและสหกรณ์แห่งประเทศไทย.
- จินตนา เล็กถ้วน. (2545). การเรียนแบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวาล แพร่ตกุล. (2518). เทคนิคการวัดผล (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: แคนเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2551). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ = Inquiry-based teaching and learning. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 11(1), 33-45.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์ โพรเกรสซิฟ.
- ฉันท ชาติทอง. (2550). การพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่น. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.
- ทิสนา แจมมณี. (2550). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แจมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประกิจ รัตนสุวรรณ. (2525). การวัดและประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2548). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมการสอน.

- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2541). การเรียนแบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: ครูปริทัศน์.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2545). เอกสารการสอนชุดวิชา การสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 1-7. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2541). เทคนิคการสร้างข้อสอบและความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วนาวิน เมืองมงคล. (2552). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยใช้วิธีการสอนแบบ 5Es สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรรณวิสา จันทร์สุนทรภาพร. (2557). การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2554). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 7). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรวิ กาญจนเกียรติ. (2554). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. เข้าถึงได้จาก <http://www.phichsinee.cmru.ac.th/develop/admin/mydownload/file/210413191152.PDF>
- วิราพร พงศ์อาจารย์. (2542). การประเมินผลการเรียน. พิษณุโลก: สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก.

- วีณารัตน์ ราศิริ. (2552). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน และการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ศศิگانต์ พงษ์พัฒน์. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2555). *พฤติกรรมศาสตร์การสอนคณิตศาสตร์ 2 Teaching behavior in mathematics 2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ Learning Management*. กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2555). *ผลคะแนนสอบ O-net*, เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ โครงการพัฒนาตำราและสื่อสำหรับหลักสูตรการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ค). *หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). ผลการประเมิน PISA 2012  
คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพฯ:  
แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส.
- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2547). 29 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย: การเรียน  
แบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ธารอักษร.
- สุรางคณา ยาหยี. (2549). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะ  
การเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4. ปรินซิพนิพนธ์ศึกษาศาสตร์  
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทร  
วิโรฒ.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภาวดี ศรีธรรมสาสน์. (2551). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาความคิด  
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์  
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์,  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2526). 21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ:  
ภาพพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่ม  
สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช  
2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2554). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและ  
สังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. 2555-2559. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำนักงานรับรองมาตรฐาน และประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2555). คู่มือ  
การประเมินคุณภาพภายนอกรอบสาม (พ.ศ. 2554-2558) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน  
ฉบับสถานศึกษา (แก้ไขเพิ่มเติม พฤศจิกายน 2554). กรุงเทพฯ: ออฟเซ็ท พลัส.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2548). วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และ  
สังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สามลดา.
- อนงก เพียรอนุกุลบุตร. (2524). การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อารีย์ ปานถม. (2555). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาหารคน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5E กับการเรียนรู้

- ปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุบลรัตน์ เฟื่องสถิต. (2531). *ความจำมนุษย์ Human Memory PC*, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- Benko, P. (2006). *Study of the development of students' ideas in probability*. Retrieved from <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1147178781&sid=5&Fmt=2&clientId=61839&RQT=309&Vname=PQD>
- Davidson, N. (1990). *Small-Group Cooperative Learning in Mathematics. In Teaching and Learning Mathematics in the 1990s*. Boston, Virginia: NCTM.
- Devries, R. & Zan, B. (1992). *The Constructivism*. Study compares teacher and classroom atmospheres. Spring.
- Dubois, D. J. (1991). *The Relationship Between Selected Student Team Learning Strategies and Student Achievement and Attitude in Middle School Mathematics. Dissertation Abstracts International*.
- Duffy, T. M. & Jonassen, D. H. (1992). *Constructivism and the technology instruction*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Fosnot. (1992). *Constructivism and the technology of instruction*. Constructing Constructivism. In T.M. Duffy (Ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Gainsburg, J. (2007). *Real-world connections in secondary mathematics teaching*. Retrieved from <http://www.springerlink.com/content/lx36jh6550003314/?p=4dbc516f60cb4d7fab44a9ca7391050d&pi=0>
- Good, C. (1973). *Dictionary of Education. Good*. New York: McGraw-Hill book.
- Jonassen, D. H. (1992). *Constructivism and the technology of instruction*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Mitchell, Karie Ann Colacicco. (1998). *The effect of break task on performance during a second session of brainstorming*. Retrieved from <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/1390180>
- Piaget, J. (1972). *Human Development*. Intellectual evolution for adolescence to adulthood.

- Spiegel, Stuhlsatz, Ellis, Resch, Thomas, Bloom, Moran, Steve ,and Knapp. (2006). Retrieved from [http://www.bsccs.org/sites/default/files/\\_legacy/BSCS\\_5E\\_Instructional\\_Model-Executive\\_Summary\\_0.pdf](http://www.bsccs.org/sites/default/files/_legacy/BSCS_5E_Instructional_Model-Executive_Summary_0.pdf)
- Suyanto, W. (1999). The Effects of Student Team-Achievement Division on Mathematics Achievement in Yogyakarta Rural Primary Schools (Indonesia). *Dissertation Abstracts International*.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative Learning: Theory, Research and Practice*. Massachusetts: A Divisions of Simon & Schuster.
- Vygotsky, L. S. (1978). *The developmental of higher psychological processes*. London: Harvard University Press.
- Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics*. New York: McGraw-Hill.



ภาคผนวก

#### ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- |  |   |
|--|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด | <p>อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา<br/>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<br/>ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอน<br/>วิชาคณิตศาสตร์</p>  |
| 2. ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์                   | <p>รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์<br/>ฝ่ายบัณฑิตศึกษา<br/>อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้<br/>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา<br/>ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้<br/>โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้<br/>5 ขั้น (5Es)</p> |
| 3. ดร.พรรณทิพา พรหมรักษ์                 | <p>อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้<br/>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา<br/>ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการการเรียนรู้<br/>แบบร่วมมือเทคนิค STAD</p>  |
| 4. อาจารย์ไมตรี สมบูรณ์                  | <p>อาจารย์โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี<br/>ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์</p>   |
| 5. อาจารย์จักรกฤษ เลื่อนกฐิน             | <p>อาจารย์โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี<br/>ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลและ<br/>การสอนคณิตศาสตร์</p>   |

(สำเนา)

ที่ ศธ 6621/ว. 2487

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

26 พฤศจิกายน 2557

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรกิต

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายเจตยुทท วงศ์ใหญ่ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในขณะนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้ว เห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 090-1081989

(สำเนา)

**บันทึกข้อความ**

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร. 2069

ที่ ศธ 6621/ว. 3241

วันที่ 26 พฤศจิกายน 2557

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์

ด้วย นายเจตยुท วงศ์ใหญ่ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในขณะนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้ว เห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) เชษฐ ศรีสวัสดิ์

(ดร. เชษฐ ศรีสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)

**บันทึกข้อความ**

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร. 2069

ที่ ศธ 6621/ว. 3241

วันที่ 26 พฤศจิกายน 2557

เรื่อง ขอบขออนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.พรรณทิพา พรหมรักษ์

ด้วย นายเจตยุทธ วงศ์ใหญ่ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในขณะนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้ว เห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)

ที่ ศธ 6621/ว. 2487

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถ. ลาดยาวแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

26 พฤศจิกายน 2557

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ไมตรี สมบูรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายเจตยुทธ วงศ์ใหญ่ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในขณะนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้ว เห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 090-1081989

(สำเนา)

ที่ ศษ 6621/ว. 2487

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถ. ลาดยาวแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

26 พฤศจิกายน 2557

เรื่อง ขอบขออนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์จักรกฤษ เลื่อนกจูน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายเจตยุทธ วงศ์ใหญ่ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในขณะนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้ว เห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 090-1081989



(สำเนา)

ที่ ศธ 6621/ 76

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถ. ลาดยาวแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

9 มกราคม 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายเจตยูทธ วงศ์ใหญ่ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยอยู่ในความควบคุม ดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวม ข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อายุ 13-14 ปี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนจุฬาภรณราช วิทยาลัย ชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนรวม 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2558 ถึงวันที่ 27 มกราคม พ.ศ. 2558 อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัย ของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต ปฏิบัติการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน  
ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 090-1081989

(สำเนา)

ที่ ศธ 6621/ 84

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

169 ถ. ลาดยาวแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

12 มกราคม 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายเจตยุทธ วงศ์ใหญ่ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เพื่อพัฒนา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยอยู่ในความควบคุม ดูแลของ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต ประธานกรรมการ มีความประสงค์ ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวม ข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อายุ 13-14 ปี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนจุฬาราชราช วิทยาลัย ชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนรวม 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ถึงวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัย ของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิต ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 090-1081989

### ภาคผนวก ข

- ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน
- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน
- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน
- คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง การจัดกลุ่มนักเรียนตามรูปแบบการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
- คะแนนพัฒนาการของการทดสอบย่อยหลังแผนที่ 1-แผนที่ 4

ตารางที่ 21 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD แผนที่ 1 เรื่อง การแปรผันตรง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	4	4	4.40	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	4	5	5	4	4	4.40	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	3	3	4	3.80	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ร่วมกับกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและ แหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมาย ได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจ ของผู้เรียน	4	5	5	4	4	4.40	มาก
5.3 ช่วยประหยัด เวลาในการสอน	3	5	5	3	4	4.00	มาก
6. ด้านการวัดผลและ ประเมินผล							
6.1 วัดได้ ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	5	4	4	4.40	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	4	5	4	4	4	4.20	มาก
	เฉลี่ย					4.48	มาก

ตารางที่ 22 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD แผนที่ 2 เรื่อง การแปรผันตรงแบบอื่น

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	4	3	4.20	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	3	4.40	มาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	4	5	5	4	4	4.40	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	3	3	4	3.80	มาก
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด

## ตารางที่ 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ร่วมกับกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและ แหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมาย ได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจ ของผู้เรียน	4	5	5	4	3	4.20	มาก
5.3 ช่วยประหยัด เวลาในการสอน	3	5	5	3	4	4.00	มาก
6. ด้านการวัดผลและ ประเมินผล							
6.1 วัดได้ ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	5	4	4	4.40	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	4	5	4	4	4	4.20	มาก
	เฉลี่ย					4.42	มาก

ตารางที่ 23 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาทักษะ  
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ  
เทคนิค STAD แผนที่ 3 เรื่อง การแปรผกผัน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	4	4	4.40	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์ การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรม ที่สามารถวัดและ ประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	4	5	5	4	4	4.40	มาก
3.2 เนื้อหา เหมาะสมกับเวลา	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการ เรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	3	3	4	3.80	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด



ตารางที่ 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ร่วมกับกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและ แหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมาย ได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจ ของผู้เรียน	4	5	5	4	3	4.20	มาก
5.3 ช่วยประหยัด เวลาในการสอน	3	5	5	3	3	3.80	มาก
6. ด้านการวัดผลและ ประเมินผล							
6.1 วัดได้ ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	5	4	4	4.40	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	4	5	4	4	4	4.20	มาก
	เฉลี่ย					4.42	มาก

ตารางที่ 24 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาทักษะ  
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ  
เทคนิค STAD แผนที่ 4 เรื่อง การแปรผันเกี่ยวเนื่อง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านสาระสำคัญ							
1.1 ความถูกต้อง	4	5	5	4	4	4.40	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์ การเรียนรู้							
2.1 ระบุพฤติกรรม ที่สามารถวัดและ ประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	4	4	4.60	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้							
3.1 ใจความถูกต้อง	4	5	5	4	4	4.40	มาก
3.2 เนื้อหา เหมาะสมกับเวลา	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดการ เรียนรู้							
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	5	3	3	4	3.80	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด

## ตารางที่ 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรม	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	4	3	4.40	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	5	5	4	3	4.20	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	5	5	3	4	4.00	มาก
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล							
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	5	5	4	4	4.40	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	5	4	4	3	4.00	มาก
	เฉลี่ย					4.44	มาก

ตารางที่ 25 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD

แผนที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	ระดับความเหมาะสม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	4.48	มาก	
2	4.42	มาก	
3	4.42	มาก	.02
4	4.44	มาก	
คะแนนเฉลี่ย	4.44	มาก	

ตารางที่ 26 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+0	.80
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 27 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
เรื่อง การแปรผัน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	-1	+1	.60
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	-1	+1	.60
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

## ตารางที่ 27 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
26	+1	+1	+1	-1	+1	.60
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 28 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะ  
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	.64	.352
3	.65	.404
5	.75	.354
7	.72	.521

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง  
การแปรผัน คือ .816

ตารางที่ 29 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	.71	.416
3	.50	.433
6	.79	.227
9	.79	.621
10	.75	.393
12	.71	.349
13	.79	.468
16	.79	.602
18	.67	.410
19	.79	.583
21	.79	.337
24	.79	.300
25	.79	.356
28	.79	.487
30	.50	.325
31	.75	.830
34	.38	.369
36	.50	.543
38	.50	.371
39	.46	.418

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน คือ .857



#### ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
- แนวทางคำตอบใบงานของตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
- เฉลยคำตอบแบบทดสอบย่อยของตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
- แนวทางคำตอบแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน
- เฉลยแบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน

## ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es)

### ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD

#### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชา ค20204	จำนวน 4 คาบ
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2557
หน่วยการเรียนรู้ การแปรผัน	เรื่อง การแปรผันตรง	

#### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

#### 2. ผลการเรียนรู้

- เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่แปรผันต่อกันได้
- แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผันได้
- เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

#### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้

- บอกได้ว่าปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้แปรผันตรงต่อกันหรือไม่ เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสองปริมาณนั้นให้
- เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างสองปริมาณใด ๆ ที่แปรผันตรงต่อกันได้
- แก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปรผันตรงได้

### ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. เชื่อมโยงแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดงการแปรผันตรงได้

### ด้านคุณลักษณะ

1. ใฝ่เรียน ใฝ่รู้ รักการอ่านและการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

## 4. สาระสำคัญ

### บทนิยามของการแปรผันตรง

ให้  $x$  และ  $y$  แทนปริมาณใด ๆ

$y$  แปรผันตรงกับ  $x$  ใช้สัญลักษณ์  $y \propto x$

ก็ต่อเมื่อ  $y = kx$  โดยที่  $k$  เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน และ  $k \neq 0$

## 5. สาระการเรียนรู้

- การแปรผันตรง

สมการ  $y = kx$  โดยที่  $k$  เป็นค่าคงตัว และ  $k \neq 0$  เรียกว่าสมการแสดงการแปรผันของการแปรผันตรง เรียก  $k$  ว่า ค่าคงตัวของการแปรผัน และเขียนแทน  $y$  แปรผันตรงกับ  $x$  ด้วย  $y \propto x$

### ตัวอย่าง

สถานการณ์ราคาน้ำมัน (ลิตร) กับจำนวนเงินที่จ่าย (บาท) และใช้คำถามกระตุ้น

- ถ้าต้องการเติมน้ำมันดีเซล 20 ลิตร ราคา ลิตรละ 29.50 บาท จะต้องจ่ายเงิน

ทั้งสิ้นกี่บาท

- ถ้ามีเงินอยู่ 1000 บาท จะสามารถเติมน้ำมันดีเซลได้กี่ลิตร

ราคาของน้ำมันตามจริงตามวันเวลาที่เกิดการเรียนการสอน แสดงเป็นตาราง

ความสัมพันธ์ ดังนี้

ปริมาณน้ำมันดีเซล (ลิตร)	จำนวนเงินที่จ่าย (บาท)
1	29.50
2	59.00
3	88.50
:	:

## 6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

### คาบที่ 1

#### ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ จากนักเรียนทั้งหมด 24 คน ออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ประกอบด้วยสมาชิกมีความสามารถต่างกัน ความสามารถสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน โดยพิจารณาจากคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3 (ค20203) นำคะแนนมาเรียงลำดับจากสูงสุด (อันดับ 1) ไปต่ำสุด (อันดับ 24) ในภาคเรียนที่ผ่านมา

กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 5	กลุ่ม 6
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24

2. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อกระตุ้น หรือท้าทาย ให้นักเรียนสนใจสงสัย อยากรู้อยากเห็นพร้อมกับตั้งคำถามเกี่ยวกับเรื่อง การแปรผกผัน เช่น

- ถ้าต้องการเติมน้ำมันดีเซล 20 ลิตร ราคา ลิตรละ 29.50 บาท จะต้องจ่ายเงินทั้งสิ้นกี่บาท
- ถ้ามีเงินอยู่ 1000 บาท จะสามารถเติม น้ำมันดีเซลได้กี่ลิตร

โดยจะใช้ราคาของน้ำมันตามจริงตามวันเวลาที่เกิดการเรียนการสอน ครูและนักเรียน ร่วมกันเขียนตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมัน และจำนวนเงินที่จ่ายบนกระดาน

ปริมาณน้ำมันดีเซล (ลิตร)	จำนวนเงินที่จ่าย (บาท)
1	29.50
2	59.00
3	88.50
⋮	⋮

จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบของคำถาม

3. นักเรียนแต่ละคนช่วยกันคิดสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ตัวอย่างข้างต้น โดยใช้การถามตอบปากเปล่า

#### คาบที่ 2

#### ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

4. ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง “การแปรผันตรง” ให้แต่ละกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มทุกคนร่วมกันคิด และช่วยกันพิจารณาตารางความสัมพันธ์ในใบงานที่ 1 ข้อ 1 ซึ่งเป็นสถานการณ์ในชีวิตจริง ได้แก่ จำนวนถ่านไฟฉายกับความตึงเครียด ระยะทางกับราคาในการส่งสินค้า ปริมาณน้ำมันกับราคาน้ำมัน และจำนวนผู้ร่วมงานกับค่าใช้จ่ายในงานเลี้ยงพร้อมทั้งครูใช้คำถามนำ เช่น

- นักเรียนจะมีวิธีการพิจารณาความแตกต่างของตารางความสัมพันธ์ในข้อ 1.1 ซึ่งเป็นการแปรผันตรง และตารางความสัมพันธ์ในข้อ 1.2 ซึ่งไม่เป็นการแปรผันตรงอย่างไร

จากนั้นให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณา ปรัชญา และหาเหตุผลมาสนับสนุนการตอบคำถาม

#### ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

5. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบงานที่ 1 ในข้อที่ 1 เสร็จแล้ว นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของการแปรผันตรง จากนั้นครูอธิบายการใช้สัญลักษณ์ของการแปรผัน นั่นคือ  $\propto$  อ่านว่า “แปรผันกับ” โดยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวใด ๆ ในกรณี  $y = kx$  โดยที่  $k$  เป็นค่าคงตัวของ การแปรผัน (หรืออาจกล่าวได้ว่า  $\frac{y}{x} = k$  ทุก ๆ ค่า  $x$  และ  $y$  ใด ๆ ในความสัมพันธ์เดียวกัน)  $y \propto x$  จะอ่านว่า  $y$  “แปรผันตรงกับ”  $x$  โดยจะเป็นการเติมคำลงในกรอบสรุป “การแปรผันตรง” เพื่อช่วยบอกใบ้ให้นักเรียนเติมคำลงในช่องว่างได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้สู่สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น โจทย์ตัวอย่างปริมาณน้ำมัน และจำนวนเงินที่จ่าย ดังนั้นสถานการณ์ข้างต้น เป็นการแปรผันตรง โดยจะใช้สัญลักษณ์  $y \propto x$  อ่านว่า

$y$  แปรผันตรงกับ  $x$  หรือ จำนวนเงินที่จ่าย แปรผันตรงกับ ปริมาณน้ำมัน โดยที่  $x$  แทนปริมาณน้ำมัน (ลิตร) และ  $y$  แทนจำนวนเงินที่จ่าย (บาท) ซึ่งมีค่า  $k = 29.5$  นั่นคือ  $y = 29.5x$

6. ครูให้นักเรียนย้อนกลับไปพิจารณาข้อ 1 ว่าค่าคงตัวของการแปรผัน ( $k$ ) สมการความสัมพันธ์ของ  $x$  และ  $y$  ในแต่ละข้อย่อย เป็นเท่าใด จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำโจทย์ข้อ 2 และ 3 พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหากมีข้อสงสัย

### ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

7. ครูเชื่อมโยงความรู้ที่ได้สู่สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนร่วมกันทำโจทย์ข้อ 4 และ 5 ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการจัดงานเลี้ยง และราคาในการจัดส่งสินค้าแบบ EMS ตามลำดับ ซึ่งเป็นการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับ ศาสตร์อื่น ๆ ได้แก่ วิชาฟิสิกส์ และสถานการณ์ในชีวิตจริง

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำโจทย์ในข้อ 6 เรื่องกฎของโอห์ม เป็นการบ้านเพื่อเป็นการฝึกทักษะในการทำโจทย์เรื่อง การแปรผันตรง

### คาบที่ 3

9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 1 ตั้งแต่ ข้อ 4-ข้อ 6 ในแต่ละข้อครูใช้คำถามดังนี้

- ปริมาณที่แปรผันตรงกันสองปริมาณนั้นคืออะไร
- ค่าคงตัวของการแปรผันคืออะไร
- สมการแสดงการแปรผันคืออะไร
- คำตอบของแต่ละข้อคืออะไร

โดยใช้วิธีการถามตอบพร้อมกับครูเขียนเฉลยบนกระดาน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในข้อที่ยังสงสัย

10. ครูกระตุ้นนักเรียนให้สรุปมโนทัศน์ เรื่อง การแปรผันตรง โดยใช้คำพูดของนักเรียน พร้อมทั้งครูร่วมกับนักเรียนสรุปความรู้เรื่องการแปรผันตรง บนกระดาน เช่น

- อธิบายอัตราส่วน  $\frac{y}{x} = k$  เรียกว่า ค่าคงตัวของการแปรผัน
- ยกตัวอย่างการใช้สัญลักษณ์อื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปร  $x$  และ  $y$
- $y$  แปรผันตรงกับ  $x$  ใช้สัญลักษณ์  $y \propto x$  เมื่อ  $y = kx$  โดยที่  $k$  เป็นค่าคงตัว และ

$k \neq 0$

เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนเกิดความเข้าใจอย่างถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

#### คาบที่ 4

##### ขั้นประเมินผล (Evaluation)

11. ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง การแปรผันตรง โดยให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบย่อยที่ 1 ประกอบด้วย แบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ใช้เวลา 20 นาที

12. ครูให้นักเรียนแต่ละคนเปลี่ยนกันตรวจข้อสอบของเพื่อน โดยใช้วิธีการเฉลยหน้าชั้น และแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จะมีคะแนนข้อละ 2 คะแนน

13. ครูชี้แจง การคิดคะแนนพัฒนาการ โดยคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 3 (ค20203) เป็น “คะแนนพื้นฐาน” และคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนได้รับในการสอบย่อยที่ 1 เรื่อง การแปรผันตรง เป็น “คะแนนพัฒนาการ” โดยเปรียบเทียบดังนี้

คะแนนที่ได้ คือการนำคะแนนทดสอบครั้งสุดท้ายลบคะแนนพื้นฐาน

คะแนนพัฒนาการ หมายถึง ผลต่างของคะแนนที่ได้ กับคะแนนพื้นฐาน

-11 ขึ้นไป                      คะแนนพัฒนาการ 5 คะแนน

-1 ถึง -10                      คะแนนพัฒนาการ 10 คะแนน

+1 ถึง 10                      คะแนนพัฒนาการ 20 คะแนน

+11 ขึ้นไป                      คะแนนพัฒนาการ 30 คะแนน

ได้คะแนนเต็ม                      คะแนนพัฒนาการ 30 คะแนน

ซึ่งคะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนจะรวมเป็นคะแนนพัฒนาการกลุ่ม โดยกลุ่มที่ได้คะแนนพัฒนาการมากที่สุดเมื่อจบเรียนจบเนื้อหาเรื่อง การแปรผัน จะได้รับรางวัล

#### 7. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง การแปรผันตรง
2. แบบทดสอบย่อยที่ 1 เรื่อง การแปรผันตรง
3. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ หน้า 73-90
4. หนังสือเทคนิคการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การแปรผัน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ของ พรณี ศิลปวัฒนานันท์ หน้า 7-12

## 8. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
<b>ด้านความรู้</b> 1. บอกได้ว่าปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้แปรผันตรงต่อกันหรือไม่ เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างสองปริมาณนั้นให้ 2. เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างสองปริมาณใด ๆ ที่แปรผันตรงต่อกันได้ 3. แก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่กำหนด โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปร	ตรวจ ใบงานที่ 1 และ แบบทดสอบ ย่อยที่ 1	ใบงานที่ 1 และ แบบทดสอบ ย่อยที่ 1	นักเรียน ทุกคนทำ ถูกต้อง ร้อยละ 75 ขึ้นไป
<b>ด้านทักษะและกระบวนการ</b> 1. เชื่อมโยงแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ไปสู่สมการแสดงการแปรผันตรงได้	ตรวจ ใบงานที่ 1	แบบบันทึก คะแนนด้าน ทักษะ/ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ ที่ 1	นักเรียน ทุกคน ผ่าน เกณฑ์ใน ระดับดี ขึ้นไป
<b>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</b> 1. ใฝ่เรียน ใฝ่รู้ รักการอ่านและการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	สังเกตจาก การร่วม กิจกรรม การเรียนรู้	แบบประเมิน พฤติกรรมที่ 1	นักเรียน ทุกคน ผ่าน เกณฑ์ใน ระดับดี ขึ้นไป



## 9. บันทึกหลังการสอน

การแปรผันตรง เป็นการเริ่มต้นบทเรียนใหม่ นักเรียนต้องอาศัยเวลาในการปรับตัวและนักเรียนต้องจดจำวิธีการทำโจทย์ปัญหา ซึ่งในเรื่องนี้จะมีวิธีการแสดงวิธีทำ ที่เป็นแบบเฉพาะสำหรับ เรื่อง การแปรผัน โดยรูปแบบที่เรียน ยังคงเป็นรูปแบบอย่างง่าย นั่นคือ  $y \propto x$  จะได้  $y = kx$  โดยที่  $k$  เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน และ  $k \neq 0$

นักเรียนเริ่มเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถเข้าใจสถานการณ์ที่ครูยกตัวอย่าง นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือ คณิตศาสตร์สถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างสมบูรณ์ นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนสมการการแปรผันได้ อาจเป็นเพราะ โจทย์ยังคงมีลักษณะที่ไม่ซับซ้อน เข้าใจได้ง่าย จึงทำให้นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ก็มีบางส่วนที่ยังคงเกิดความสับสนโดยเฉพาะนักเรียนในกลุ่มอ่อน ครูจึงต้องดูแลนักเรียนในกลุ่มนี้ โดยการใช้คำถามนำ และให้สมาชิกในกลุ่มคนอื่น ๆ ช่วยสอน ซึ่งหลังจากครูตรวจใบงานในข้อ 4-6 โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำคะแนนได้สูงกว่า ร้อยละ 75 (9 คะแนนขึ้นไป) โดยมีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่ถึง ร้อยละ 75 จำนวน 6 คน

หลังจากจบกระบวนการการเรียนรู้แล้ว นักเรียนแต่ละคนต้องทำแบบทดสอบย่อย ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบ STAD นักเรียนห้อง 2/2 ได้คะแนน 8.79 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งผ่านเกณฑ์ในระดับดี โดยมีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่ถึง ร้อยละ 75 ตามที่ตั้งเกณฑ์ไว้ จำนวน 1 คน

สำหรับนักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ซึ่งมีจำนวน 7 คน ครูใช้วิธีการสอนนอกเวลา เรื่องละ 2 คาบ สำหรับแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

**แบบบันทึกคะแนนด้านทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ 1**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 24 คน ประเมินพฤติกรรม วันพฤหัสบดี ที่ 5 กุมภาพันธ์ 2558**

เลขที่	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์			รวม คะแนน	ระดับ คุณภาพ	สรุป
	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6			
1	3	3	3	9	ดี	ผ่าน
2	2	2	2	6	พอใช้	ไม่ผ่าน
3	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
4	3	3	3	9	ดี	ผ่าน
5	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
6	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
7	3	3	3	9	ดี	ผ่าน
8	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
9	2	2	2	6	พอใช้	ไม่ผ่าน
10	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
11	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
12	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
13	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
14	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
15	2	2	2	6	พอใช้	ไม่ผ่าน
16	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
17	3	3	3	9	ดี	ผ่าน
18	2	2	2	6	พอใช้	ไม่ผ่าน
19	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
20	4	4	4	12	ดีมาก	ผ่าน
21	3	3	3	9	ดี	ผ่าน
22	2	2	2	6	พอใช้	ไม่ผ่าน
23	3	3	3	9	ดี	ผ่าน
24	2	2	2	6	พอใช้	ไม่ผ่าน
เฉลี่ย				9.75	ดีมาก	ผ่าน

## เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์สถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างสมบูรณ์ นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3 ดี	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์สถานการณ์ในชีวิตจริงได้สมบูรณ์ แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง
2 พอใช้	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์สถานการณ์ในชีวิตจริงได้บางส่วน นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
1 ควรแก้ไข	นำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์สถานการณ์ในชีวิตจริงได้บางส่วน แต่คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง
0 ต้องปรับปรุง	ไม่มีการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องภายในวิชาคณิตศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หรือคณิตศาสตร์สถานการณ์ในชีวิตจริง

หมายเหตุ นักเรียนต้องได้คะแนนประเมินทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ระดับคุณภาพดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

### แบบประเมินพฤติกรรมที่ 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 24 คน ประเมินพฤติกรรม วันพฤหัสบดี ที่ 5 กุมภาพันธ์ 2558

เลขที่	พฤติกรรมความรับผิดชอบ			รวม (12)
	ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน (4)	รักการอ่าน (4)	ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง (4)	
1	4	3	3	10
2	3	3	2	8
3	4	4	4	12
4	3	4	4	11
5	4	4	4	12
6	4	4	4	12
7	4	3	3	10
8	4	4	4	12
9	3	3	2	8
10	4	4	4	12
11	4	4	4	12
12	4	4	4	12
13	4	4	4	12
14	4	4	4	12
15	3	2	3	8
16	4	4	4	12
17	4	4	3	11
18	3	3	3	9
19	4	4	4	12
20	4	4	4	12
21	4	3	3	10
22	3	3	2	8
23	3	4	4	11
24	3	3	3	9

### เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับ คุณภาพ
<p>1. ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความกระตือรือร้น สนใจที่จะศึกษาเนื้อหา โดยทำกิจกรรมทันที</li> <li>- มีความกระตือรือร้น สนใจที่จะศึกษาเนื้อหา โดยทำกิจกรรมทันทีเมื่อครูบอกให้เริ่ม</li> <li>- มีความกระตือรือร้น สนใจที่จะศึกษาเนื้อหา โดยทำกิจกรรมเมื่อเห็นเพื่อนเริ่มทำ</li> <li>- ขาดความกระตือรือร้นและความสนใจ ครูต้องคอยกระตุ้น</li> </ul>	<p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>
<p>2. รักการอ่าน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ศึกษาเนื้อหาด้วยความตั้งใจ จนเสร็จสิ้น</li> <li>- ศึกษาเนื้อหาด้วยความตั้งใจ มีการคุยกับเพื่อน 1-2 ครั้ง</li> <li>- ศึกษาเนื้อหาด้วยความตั้งใจ มีการคุยกับเพื่อน มากกว่า 2 ครั้ง</li> <li>- ขาดความตั้งใจในการอ่าน ครูต้องคอยกระตุ้น</li> </ul>	<p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>
<p>3. ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง ตั้งแต่เริ่มทำกิจกรรม จนเสร็จสิ้น</li> <li>- ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง แต่มีการถามเพื่อนหรือครู 1-2 ครั้ง</li> <li>- ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง แต่มีการถามเพื่อนหรือครู 2-5 ครั้ง</li> <li>- ไม่สามารถค้นคว้าด้วยตนเองได้ ต้องให้เพื่อนหรือครูคอยบอกทุกขั้นตอน</li> </ul>	<p>4</p> <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p>

ระดับคะแนนในการประเมินพฤติกรรม มีดังนี้

คะแนน 10-12	ดีมาก	คะแนน 7-9	ดี
คะแนน 6-8	พอใช้	คะแนน 3-5	ควรปรับปรุง

หมายเหตุ นักเรียนต้องได้คะแนนประเมินด้านคุณลักษณะ ระดับคุณภาพดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

แนวทางคำตอบใบงานของตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักร  
การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD

ใบงานที่ 1  
เรื่อง การแปรผันตรง

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

1. .... เลขที่..... 2. .... เลขที่.....  
3. .... เลขที่..... 4. .... เลขที่.....

คำสั่ง

1. นักเรียนอ่าน และทำความเข้าใจโจทย์แต่ละข้อ
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำโจทย์ในใบงานที่ 1
3. ส่งใบงานที่ 1 ให้ครูเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและบันทึกผลต่อไป

โจทย์

1. จงพิจารณตารางความสัมพันธ์ต่อไปนี้ พร้อมตอบคำถาม

1.1 ตารางความสัมพันธ์ของปริมาณ 2 ปริมาณต่อไปนี้ “เป็น” การแปรผันตรง

1)

จำนวน ถ่านไฟฉาย (ก้อน)	ความต่างศักย์ (โวลต์)
1	1.5
2	3
3	4.5
4	6
⋮	⋮

2)

ระยะทาง (กิโลเมตร)	ราคาในการส่ง สินค้า (บาท)
10	100
20	200
30	300
40	400
⋮	⋮

3)

ปริมาณน้ำมัน (ลิตร)	ราคาน้ำมัน (บาท)
1	29.5
2	59
3	88.5
4	118
⋮	⋮

4)

จำนวนผู้มา ร่วมงาน (คน)	ค่าใช้จ่ายในงาน เลี้ยง (บาท)
2	100
3	150
8	400
10	500
⋮	⋮

1.2 ตารางความสัมพันธ์ของปริมาณ 2 ปริมาณต่อไปนี้ “ไม่เป็น” การแปรผันตรง

5)

จำนวนกาแฟ (แก้ว)	ราคากาแฟ (บาท)
1	50
2	95
3	140
4	280
⋮	⋮

6)

ระยะทาง (กิโลเมตร)	ปริมาณเชื้อเพลิง ที่หมดไป (ลิตร)
100	2
200	3
300	4
400	5
⋮	⋮

7)

คนงาน (คน)	เวลาที่ทำงาน เสร็จ (วัน)
40	24
30	32
20	48
10	96
⋮	⋮

8)

จำนวนลูกอม (เม็ด)	ราคา (บาท)
10	10
20	19
30	27
40	34
⋮	⋮





## กรอบสรุป “การแปรผันตรง”

สัญลักษณ์ของการแปรผัน คือ  $\propto$  อ่านว่า “แปรผันกับ”  
โดยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวใด ๆ

### บทนิยามของการแปรผันตรง

ให้  $x$  และ  $y$  แทนปริมาณใด ๆ

$y$  แปรผันตรงกับ  $x$  ใช้สัญลักษณ์  $y \propto x$

ก็ต่อเมื่อ  $y = kx$  เรียกว่า สมการความสัมพันธ์ของ  $x$  และ  $y$

โดยที่  $k$  เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน และ  $k \neq 0$

(หรืออาจกล่าวได้ว่า  $\frac{y}{x} = k$  ทุก ๆ ค่า  $x$  และ  $y$  ใด ๆ ในความสัมพันธ์เดียวกัน)

จากข้อ 1.1 ความสัมพันธ์ของปริมาณ 2 ปริมาณที่แปรผันตรงกัน จงหาค่าคงตัวของการแปรผัน ( $k$ ) และสมการความสัมพันธ์ของ  $x$  และ  $y$  ในแต่ละข้อ เป็นเท่าใด

1) ค่าคงตัวของการแปรผัน ( $k$ ) เท่ากับ  $1.5$

สมการความสัมพันธ์ของจำนวนถ่านไฟฉายและความต่างศักย์ คือ  $y = 1.5x$

2) ค่าคงตัวของการแปรผัน ( $k$ ) เท่ากับ  $10$

สมการความสัมพันธ์ของระยะทาง และราคาในการส่งสินค้า คือ  $y = 10x$

3) ค่าคงตัวของการแปรผัน ( $k$ ) เท่ากับ  $29.5$

สมการความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำมัน และราคาน้ำมัน คือ  $y = 29.5x$

4) ค่าคงตัวของการแปรผัน ( $k$ ) เท่ากับ  $50$

สมการความสัมพันธ์ของจำนวนผู้ร่วมงาน และค่าใช้จ่ายในงานเลี้ยง คือ  $y = 50x$

2. ถ้า  $y$  แปรผันตรงกับ  $x$  และ  $y=8$  เมื่อ  $x=5$

- จงหา
- 1) ค่าคงตัวของการแปรผัน
  - 2) สมการความสัมพันธ์ของ  $x$  และ  $y$
  - 3) ค่าของ  $y$  เมื่อ  $x=10$

วิธีทำ  $y$  แปรผันตรงกับ  $x$

ได้ว่า  $y \propto x$  นั่นคือ  $y=kx$  โดยที่  $k$  เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน และ  $k \neq 0$

จากโจทย์กำหนด  $y=8$  เมื่อ  $x=5$

จะได้  $8=k(5)$  ได้ว่า  $k=\frac{8}{5}$

ดังนั้นค่าคงตัวของการแปรผันคือ  $\frac{8}{5}$  ■

จะได้สมการความสัมพันธ์ของ  $x$  และ  $y$  คือ  $y=\frac{8}{5}x$  ■

เมื่อ  $x=10$  จะได้ ■

3. ถ้ากำหนดให้  $a$  แปรผันตรงกับ  $b$  ถ้า  $a=2\frac{1}{2}$  เมื่อ  $b=3\frac{1}{3}$

- จงหา
- 1) ค่าคงตัวของการแปรผัน
  - 2) ค่าของ  $b$  เมื่อกำหนดให้  $a=\frac{4}{3}$

วิธีทำ  $a$  แปรผันตรงกับ  $b$

ได้ว่า  $a \propto b$  นั่นคือ  $a=kb$  โดยที่  $k$  เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน และ  $k \neq 0$

จากโจทย์กำหนด  $a=2\frac{1}{2}=\frac{5}{2}$  เมื่อ  $b=3\frac{1}{3}=\frac{10}{3}$

จะได้  $\frac{5}{2}=k(\frac{10}{3})$  ได้ว่า  $\frac{5}{2}=k(\frac{10}{3})$  นั่นคือ  $k=\frac{3}{4}$

ดังนั้นค่าคงตัวของการแปรผันคือ  $\frac{3}{4}$

จะได้สมการความสัมพันธ์ของ  $a$  และ  $b$  คือ  $a=\frac{3}{4}b$  ■

เมื่อ  $a=\frac{4}{3}$  จะได้  $b=\frac{3}{4}(\frac{4}{3})=\frac{9}{16}$  ■

4. ค่าใช้จ่ายในการจัดงานเลี้ยง (E) ครั้งหนึ่งแปรผันตรงกับจำนวนผู้มาร่วมงาน (N) ถ้ามีผู้มาร่วมงาน 40 คน ค่าใช้จ่ายเท่ากับ 3,200 บาท จงหาว่าถ้ามีผู้มาร่วมงาน 120 คน จะเสียค่าใช้จ่ายเท่าใด

วิธีทำ กำหนดให้  $E$  แทน ค่าใช้จ่ายในการจัดงานเลี้ยง (บาท)

$N$  แทน จำนวนผู้มาร่วมงาน (คน)

$E$  แปรผันตรงกับ  $N$

ได้ว่า  $E \propto N$  นั่นคือ  $E = kN$  โดยที่  $k$  เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน และ  $k \neq 0$

จากโจทย์กำหนด  $E = 3,200$  เมื่อ  $N = 40$

จะได้  $3,200 = k(40)$  ได้ว่า  $k = 80$

ดังนั้นค่าคงตัวของการแปรผันคือ 80

จะได้สมการความสัมพันธ์ของ  $E$  และ  $N$  คือ  $E = 80N$

เมื่อ  $N = 120$  จะได้  $E = 80(120) = 9,600$

ดังนั้นถ้ามีผู้มาร่วมงาน 120 คน จะเสียค่าใช้จ่าย 9,600 บาท ■

5. ถ้าราคาในการส่งสินค้าแบบ EMS เป็นบาท ( $x$ ) แปรผันตรงกับน้ำหนักเป็นกรัม ( $y$ )

กำหนดให้  $x = 50$  เมื่อ  $y = 90$  ถ้าณเดช จะส่งของขวัญให้ญาติ ซึ่งของขวัญมีน้ำหนัก 900 กรัม ณเดชจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการส่งของขวัญกี่บาท

วิธีทำ กำหนดให้  $x$  แทน ราคาในการส่งสินค้าแบบ EMS (บาท)

$y$  แทน น้ำหนัก (กรัม)

$x$  แปรผันตรงกับ  $y$

ได้ว่า  $x \propto y$  นั่นคือ  $x = ky$  โดยที่  $k$  เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน และ  $k \neq 0$

จากโจทย์กำหนด  $x = 50$  เมื่อ  $y = 90$

จะได้  $50 = k(90)$  ได้ว่า  $k = \frac{5}{9}$

ดังนั้นค่าคงตัวของการแปรผันคือ  $\frac{5}{9}$

จะได้สมการความสัมพันธ์ของ  $x$  และ  $y$  คือ  $x = \frac{5}{9}y$

เมื่อ  $y = 900$  จะได้  $x = \frac{5}{9}(900) = 500$

ดังนั้นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการส่งของขวัญ 500 บาท ■



วิธีทำ	ให้	$V$ แทน ความต่างศักย์ มีหน่วยเป็น โวลต์
		$I$ แทน ปริมาณกระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น มิลลิแอมแปร์
1.	หา $\frac{V}{I}$ ในแต่ละคู่	
	จะได้ $\frac{V}{I} = \frac{1.5}{25} = \frac{3}{50} = \frac{4.5}{75} = 0.06$	
	ดังนั้น เป็นค่าคงตัวเดียวกัน	■
2.	ถ้า $I$ แปรผันตรงกับ $V$ จะได้ $I = kV$ นั่นคือ	
	$k$ ในทุกคู่ของข้อมูลจะมีค่าเท่ากัน	
	ดังนั้น $I$ แปรผันตรงกับ $V$	■
3.	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $V$ และ $I$	
	คือ $V = 0.06I$	■
5.	จากสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $V$ และ $I$ คือ $V = 0.06I$	
	ถ้าความต่างศักย์เป็น 24 โวลต์ นั่นคือ $V = 24$	
	จะได้ $24 = 0.06I$ ดังนั้น $I = 400$	
	ดังนั้นจะมีปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจร 400 มิลลิแอมแปร์	■
6.	จากสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $V$ และ $I$ คือ $V = 0.06I$	
	ถ้าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจรเป็น 300 มิลลิแอมแปร์ นั่นคือ $I = 300$	
	จะได้ $V = 0.06(300)$ ดังนั้น $V = 18$	
	ดังนั้นจะมีความต่างศักย์ 18 โวลต์	■

จากกฎของโอห์ม จะได้  $I \propto V$  หรือ  $I = kV$  เมื่อ  $k$  เป็นค่าคงตัว ซึ่ง  $k \neq 0$  และ  
 จะได้  $\frac{V}{I} = \frac{1}{k}$  ค่าคงตัว  $\frac{1}{k}$  เรียกว่า ความต้านทานของตัวนำ เขียนแทนด้วย  $R$  มีหน่วยเป็น  
 โวลต์ต่อแอมแปร์หรือเรียกว่า โอห์ม ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์  $\Omega$  นั่นคือ  $V = IR$  หรือ  $I = \frac{V}{R}$

เฉลยคำตอบแบบทดสอบย่อยของตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักร  
การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค STAD

แบบทดสอบย่อยที่ 1

การแปรผันตรง

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ความสัมพันธ์ในข้อใดต่อไปนี้เป็นความสัมพันธ์การแปรผันตรง

ก.  $y \propto 1$

ข.  $y \propto x$

ค.  $y \propto \frac{1}{x}$

ง. ถูกทุกข้อ

2. ถ้า  $y$  แปรผันตรงกับ  $x$  และ  $y = 10$  เมื่อ  $x = 2$  จงหาค่าคงที่ของการแปรผัน

ก. 5

ข. 8

ค. 12

ง. 20

3. กำหนดให้  $s$  แปรผันตรงกับ  $t$  และ  $s = 15$  เมื่อ  $t = 5$  จงหาค่า  $s$  เมื่อ  $t = 8$

ก. 5

ข. 8

ค. 15

ง. 24

4. ข้อใดไม่เป็นการแปรผันตรง

ก.  $y = \frac{1}{2}x$

ข.  $y = \frac{1}{\sqrt{2}}x$

ค.  $y = \frac{1}{2x}$

ง.  $\frac{y}{x} = \frac{1}{2}$

5. กำหนดให้  $a \propto b$  และค่าคงตัวของแปรผันคือ 3 ข้อใดเป็นสมการการแปรผันตรง

ก.  $3a = b$

ข.  $a = 3b$

ค.  $a = \frac{b}{3}$

ง.  $a = b$

6. ดอกเบี้ย (I) ที่เกิดจากการนำเงินไปฝากธนาคาร โดยธนาคารคิดดอกเบี้ยในอัตรา 6% ต่อปี โดยแปรผันตามจำนวนเงินต้น (P) จงหาความสัมพันธ์ของ I และ P

ก.  $I = 6P$

ข.  $I = \frac{3}{50} P$

ค.  $I = \frac{106}{100} P$

ง.  $I = 0.6P$

7. กำหนดให้  $x$  แปรผันตรงกับ  $y$  จงหาสมการของการแปรผัน ค่าของ  $a$  และค่าของ  $b$

$x$	1	2	3	4	$a$
$y$	11	22	33	$b$	55

ก. สมการการแปรผัน คือ  $y = 11x$  ,  $a = 5$  และ  $b = 44$

ข. สมการการแปรผัน คือ  $x = 11y$  ,  $a = 5$  และ  $b = 44$

ค. สมการการแปรผัน คือ  $y = 11x$  ,  $a = 44$  และ  $b = 5$

ง. สมการการแปรผัน คือ  $x = 11y$  ,  $a = 44$  และ  $b = 5$

8. ค่าใช้จ่ายในการจัดกีฬาของโรงเรียนจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย ชลบุรี แปรผันตรงกับจำนวนชนิดกีฬาที่แข่งขันกัน ถ้าในปี พ.ศ. 2557 มีจำนวนชนิดกีฬา 10 ชนิด จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นเงิน 9,900 บาท จงหาว่าถ้าปี พ.ศ. 2558 มีจำนวนชนิดกีฬา 12 ชนิด จะต้องเสียค่าใช้จ่ายเท่าไร

ก. 9,900 บาท

ข. 9,912 บาท

ค. 11,880 บาท

ง. 99,000 บาท

9. กำหนดให้แรงในแนวราบ (F) ในหน่วยนิวตัน เป็นแรงที่ใช้ผลักกล่องที่มีน้ำหนัก W นิวตัน ให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบ โดย F แปรผันตรงกับ W เมื่อ  $W = 450$ ,  $F = 75$  จงหาค่าของ

1) F เมื่อ  $W = 240$  และ 2) W เมื่อ  $F = 78$

ก.  $F = 20$ ,  $W = 468$

ข.  $F = 40$ ,  $W = 468$

ค.  $F = 20$ ,  $W = 864$

ง.  $F = 40$ ,  $W = 864$

10. อุณหภูมิองศาเซลเซียสแปรผันตรงกับอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์ลบด้วย 32 องศาเซลเซียส ถ้า 0 องศาเซลเซียส เท่ากับ 32 องศาฟาเรนไฮต์ และ 100 องศาเซลเซียสเท่ากับ 212 องศาฟาเรนไฮต์แล้ว จงหาสมการของการแปรผันระหว่างอุณหภูมิองศาเซลเซียสกับอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์

ก.  $C = 1.8(F - 32)$

ข.  $C = \frac{5}{9}(F - 32)$

ค.  $C = (F - 32)$

ง.  $C = \frac{212}{100}(F - 32)$



## แนวทางคำตอบแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน

### แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน

**คำสั่ง** ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด พร้อมทั้งหาคำตอบ

1. อุณหภูมิองศาเซลเซียส (C) แปรผันตรงกับอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์ (F) ลบด้วย 32 โดยมีค่าคงตัวของการแปรผันคือ  $\frac{5}{9}$

- จงหา
- 1) สมการของการแปรผันระหว่างอุณหภูมิองศาเซลเซียสกับอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์
  - 2) ณ จุดเยือกแข็งของน้ำ อุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์เป็นเท่าใด
  - 3) ณ จุดเดือดของน้ำ อุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์เป็นเท่าใด

**วิธีทำ** กำหนดให้  $C$  แทนอุณหภูมิองศาเซลเซียส  
 $F$  แทนอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์

**ข้อ 1** เนื่องจาก  $C \propto F - 32$

และมี  $k$  เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน และ  $k \neq 0$  จากโจทย์  $k = \frac{5}{9}$

จะได้ว่า  $C = k(F - 32)$  นั่นคือ  $C = \frac{5}{9}(F - 32)$

สมการของการแปรผันระหว่างอุณหภูมิองศาเซลเซียสกับอุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์คือ  $C = \frac{5}{9}(F - 32)$

**ข้อ 2** ณ จุดเยือกแข็งของน้ำ อุณหภูมิองศาเซลเซียส คือ 0 องศาเซลเซียส

แทนค่าลงในสมการ  $C = \frac{5}{9}(F - 32)$

ได้ว่า  $0 = \frac{5}{9}(F - 32)$  ดังนั้น  $F = 32$

อุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์เป็น 32 องศาฟาเรนไฮต์

**ข้อ 3** ณ จุดเดือดของน้ำ อุณหภูมิองศาเซลเซียส คือ 100 องศาเซลเซียส

แทนค่าลงในสมการ  $C = \frac{5}{9}(F - 32)$

ได้ว่า  $100 = \frac{5}{9}(F - 32)$  ดังนั้น  $F = 212$

อุณหภูมิองศาฟาเรนไฮต์เป็น 212 องศาฟาเรนไฮต์



3. ระยะเวลาในการใส่น้ำให้เต็มถึงขนาด 100 ลิตรแปรผกผันกับกำลังสองของความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อสายยาง นายแดงต้องการใส่น้ำให้เต็มถึงใบหนึ่ง ปรากฏว่าท่อสายยางที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 3 เซนติเมตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง น้ำจึงจะเต็มถึง

จงหา 1) นายแดงควรใช้ท่อสายยางที่มีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าใด ถ้าต้องการใช้เวลาเติมน้ำเต็มถึง ภายใน 30 นาที

2) ถ้านายแดงเปลี่ยนท่อสายยางที่มีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 6 เซนติเมตร จะใช้เวลานานเท่าใด น้ำจึงจะเต็มถึงขนาด 200 ลิตร

**วิธีทำ** กำหนดให้  $x$  แทนความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งน้ำ (เซนติเมตร)  
 $y$  แทนระยะเวลาในการใส่น้ำให้เต็มถึงขนาด 100 ลิตร (ชั่วโมง)

$$\text{เนื่องจาก } y \propto \frac{1}{x^2}$$

$$\text{จะได้ว่า } y = \frac{k}{x^2} \text{ เมื่อ } k \text{ เป็นค่าคงตัวของการแปรผกผัน และ } k \neq 0$$

$$\text{โจทย์กำหนด } x = 3, y = 1$$

$$\text{จะได้ว่า } 1 = \frac{k}{3^2}$$

$$\text{ดังนั้น } k = 3^2 \times 1 = 9$$

$$\text{ดังนั้นสมการของการแปรผกผันคือ } y = \frac{9}{x^2}$$

**ข้อ 1** ต้องการใช้เวลาเติมน้ำเต็มถึง 30 นาที นั่นคือ  $\frac{30}{60} = 0.5$  ชั่วโมง

$$\text{จะได้ว่า } y = 0.5 \quad \text{แทนค่าลงในสมการ } y = \frac{9}{x^2}$$

$$\text{จะได้ } 0.5 = \frac{9}{x^2} \quad \text{นั่นคือ } x^2 = \frac{9}{0.5} = 18$$

$$\text{ดังนั้น นายแดงต้องเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งน้ำเป็น } \sqrt{18} = 3\sqrt{2}$$

เซนติเมตร

**ข้อ 2** เปลี่ยนท่อสายยางเป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร

$$\text{จะได้ว่า } x = 6 \quad \text{แทนค่าลงในสมการ } y = \frac{9}{x^2}$$

$$\text{จะได้ } y = \frac{9}{6^2} = \frac{1}{4} = 0.25$$

$$\text{ดังนั้นจะใช้เวลา } 0.25 \text{ ชั่วโมง หรือ } 0.25 \times 60 = 15 \text{ นาที}$$

แต่โจทย์ต้องการให้เติมน้ำในถังที่มีขนาด 200 ลิตร ดังนั้นจะต้องใช้เวลา  $15 \times 2 = 30$  นาที

4. ปริมาตรของทรงกระบอกทรงกระบอกแปรผันเกี่ยวกับกำลังสองของรัศมีของฐานและความสูง  
ทรงกระบอกทรงกระบอกใบหนึ่ง ฐานมีรัศมี 5 เซนติเมตร สูง 16 เซนติเมตร มีปริมาตร  $4000\pi$   
ลูกบาศก์เซนติเมตร

จงหา 1) ปริมาตรของทรงกระบอกทรงกระบอกอีกใบหนึ่งซึ่งฐานมีรัศมี 2 เซนติเมตร .

สูง 10 เซนติเมตร

2) ปริมาตรของทรงกระบอกทรงกระบอกจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร ถ้ารัศมีของฐานเพิ่มเป็น  
2 เท่าของรัศมีเดิม และความสูงลดลงครึ่งหนึ่งของความสูงเดิม

วิธีทำ กำหนดให้  $r$  แทนความยาวของรัศมีฐาน (เซนติเมตร)  
 $h$  แทนความสูง (เซนติเมตร)  
 $V$  แทนปริมาตรของทรงกระบอก (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

เนื่องจาก  $V \propto r^2 h$

จะได้ว่า  $V = kr^2 h$  เมื่อ  $k$  เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน และ  $k \neq 0$

โจทย์กำหนด  $r = 5, h = 16, V = 4000\pi$

จะได้ว่า  $4000\pi = k(5^2)(16)$  ดังนั้น  $k = \frac{4000\pi}{(5^2)(16)} = \pi$

ดังนั้นสมการของการแปรผันคือ  $V = \pi r^2 h$

ข้อ 1 กำหนดให้  $r = 2, h = 10$

แทนค่าลงในสมการ  $V = \pi r^2 h$

จะได้  $V = \pi(2^2)(10) = 40\pi$

ดังนั้น ปริมาตรของทรงกระบอกทรงกระบอกอีกใบหนึ่ง เท่ากับ  $40\pi$  ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข้อ 2 กำหนดให้  $r' = 2r, h' = \frac{h}{2}$

แทนค่าลงในสมการ  $V = \pi r^2 h$

จะได้  $V = \pi(2r)^2 \frac{h}{2} = \frac{4\pi r^2 h}{2} = 2\pi r^2 h$

เปรียบเทียบกับทรงกระบอกเดิม คือ  $V = \pi r^2 h$

ดังนั้น ปริมาตรของทรงกระบอกจะเป็น  $\frac{2\pi r^2 h}{\pi r^2 h} = 2$  เท่า ของทรงกระบอกเดิม

เฉลยแบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
เรื่อง การแปรผัน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง การแปรผัน

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดไม่เป็นการแปรผันตรง

ก.  $y = \frac{1}{2}x$

ข.  $y = \frac{1}{\sqrt{2}}x$

ค.  $y = \frac{1}{2x}$

ง.  $\frac{y}{x} = \frac{1}{2}$

2. จากตารางแสดงความสัมพันธ์ของ  $x$  และ  $y$  ตารางในข้อใดแสดงว่า  $y$  แปรผันตรงกับ  $x$

ก.

x	2	3	4	5
y	5	4	3	2

ข.

x	1	3	-2	5
y	3	9	-6	15

ค.

x	2	4	6	8
y	3	5	7	9

ง.

x	-1	-2	-3	-4
y	-5	-6	-7	-8

3. กำหนดให้ เมื่อค่า  $a$  เพิ่มขึ้น ค่า  $b$  จะเพิ่มขึ้นด้วย และค่า  $c$  ลดลงค่า  $d$  จะลดลงด้วย ถ้า  $a$  แปรผันตรงกับ  $d$  ข้อใดถูกต้อง

ก.  $b$  แปรผันตรงกับ  $c$

ข.  $b$  แปรผกผันกับ  $c$

ค.  $b$  แปรผันเกี่ยวเนื่องกับ  $c$

ง. ไม่มีข้อถูก

4. ค่าของอนุกรมในหน่วยของศาลเซเชส C แปรผันตรงกับค่าของอนุกรมในหน่วยของศาลฟาเรนไฮต์ F ลบด้วย 32 เมื่อค่าของอนุกรมในหน่วยของศาลเซเชสเป็น 30 ค่าของอนุกรมในหน่วยของศาลฟาเรนไฮต์ จะเป็น 86 ถ้าอนุกรมในหน่วยของศาลฟาเรนไฮต์เป็น 5 ค่าของอนุกรมในหน่วยของศาลเซเชสจะเป็นเท่าใด

- |        |        |
|--------|--------|
| ก. -30 | ข. -15 |
| ค. 0   | ง. 54  |

5. ค่าใช้จ่ายในการพิมพ์หนังสือแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหนึ่งคงที่ อีกส่วนหนึ่งแปรผันตามจำนวนเล่มที่พิมพ์ ถ้าพิมพ์หนังสือ 1,000 เล่ม จะเสียค่าใช้จ่าย 25,000 บาท ถ้าพิมพ์หนังสือ 1,500 เล่ม จะเสียค่าใช้จ่าย 35,000 บาท ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการพิมพ์หนังสือต่อเล่มเป็นเท่าใด

- |            |            |
|------------|------------|
| ก. 20 บาท  | ข. 50 บาท  |
| ค. 100 บาท | ง. 200 บาท |

6. เมื่อปล่อยน้ำจากถังให้ไหลออกจากท่อที่อยู่ก้นถัง พบว่าอัตราเร็วของการไหลของน้ำ  $v$  (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) แปรผันตรงกับกรณฑ์ที่สองของความสูงของน้ำ  $h$  (เซนติเมตร) ที่วัดจากก้นถัง และเมื่อความสูงของน้ำเป็น 9 เซนติเมตร น้ำจะไหลออกจากท่อด้วยอัตราเร็ว 42.6 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สมการแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างอัตราเร็วของการไหลของน้ำกับความสูงของน้ำ ตรงกับข้อใด

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| ก. $v = 14.2\sqrt{h}$ | ข. $h = 14.2\sqrt{v}$ |
| ค. $v = 42.6\sqrt{h}$ | ง. $h = 9\sqrt{v}$    |

7. เมื่อปล่อยน้ำจากถังให้ไหลออกจากท่อที่อยู่ก้นถัง พบว่าอัตราเร็วของการไหลของน้ำ  $v$  (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) แปรผันตรงกับกรณฑ์ที่สองของความสูงของน้ำ  $h$  (เซนติเมตร) ที่วัดจากก้นถัง และเมื่อความสูงของน้ำเป็น 9 เซนติเมตร น้ำจะไหลออกจากท่อด้วยอัตราเร็ว 42.6 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สมการแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างอัตราเร็วของการไหลของน้ำกับความสูงของน้ำ ตรงกับข้อใด

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| ก. 2 เซนติเมตร | ข. 4 เซนติเมตร  |
| ค. 8 เซนติเมตร | ง. 16 เซนติเมตร |

8. กำหนดให้  $d$  แทนความยาวด้านหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (เมตร) และ  $A$  แทนพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ตารางเมตร) ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ก.  $A \propto d$

ข.  $A \propto \frac{1}{d}$

ค.  $A \propto d^2$

ง.  $A \propto \frac{1}{d^2}$

9. ระยะทางที่ก้อนหินตกลงมาจากที่สูง แปรผันตรงกับกำลังสองของความเร็วของก้อนหิน เมื่อก้อนหินตกได้ 5 เมตร จะมีความเร็วในขณะนั้น 10 เมตรต่อวินาที ถ้าก้อนหินตกได้ 125 เมตร จะมีความเร็วเป็นกี่เมตรต่อวินาที

ก. 15

ข. 25

ค. 40

ง. 50

10. ถ้า  $m$  แปรผันตรงกับ กรณฑ์ที่สองของ  $n$  จงหาว่า ถ้า  $n$  เป็น 9 เท่าของปริมาณเดิม  $m$  จะเป็นที่เท่าของปริมาณเดิม

ก.  $\frac{1}{9}$  เท่าของปริมาณเดิม

ข. 3 เท่าของปริมาณเดิม

ค. 9 เท่าของปริมาณเดิม

ง. 81 เท่าของปริมาณเดิม

11. สมการที่กำหนดในข้อใดแสดงว่า  $A$  แปรผกผันกับ  $B$

ก.  $A = -\frac{1}{2}B$

ข.  $4A \cdot B = 3$

ค.  $\frac{A}{B} = 6$

ง.  $\frac{3B}{4A} = 0$

12. ความถี่ของคลื่นวิทยุ  $f$  แปรผกผันกับความยาวคลื่น  $L$  ถ้าความถี่เป็น 450 กิโลเฮิร์ต ความยาวคลื่น เป็น 980 เมตร สมการแสดงการแปรผันระหว่างความถี่ของคลื่นวิทยุกับความยาวคลื่นตรงกับข้อใด

ก.  $f = \frac{441}{L}$

ข.  $f = \frac{4,410}{L}$

ค.  $f = \frac{44,100}{L}$

ง.  $f = \frac{441,000}{L}$





18. ถ้า  $A$  แปรผกผันกับ  $B$  แต่  $B$  แปรผันตรงกับ  $\sqrt{C}$  ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ของ  $A$  กับ  $C$

ก.  $A \propto \frac{1}{\sqrt{C}}$

ข.  $A \propto \sqrt{C}$

ค.  $A \propto \frac{1}{C}$

ง.  $A \propto C$

19. ปริมาณน้ำมันเป็นแกลลอนในถังทรงกระบอกแปรผันเกี่ยวเนื่องกับกำลังสองของรัศมีและความสูงของถัง ถังใส่น้ำมันใบหนึ่งสูง 35 เซนติเมตร รัศมีของกันถังเป็น 21 เซนติเมตร จุน้ำมัน 12 แกลลอน ถังที่มีรัศมี 28 เซนติเมตร สูง 210 เซนติเมตร จะจุน้ำมันได้เท่าใด

ก. 16 แกลลอน

ข. 32 แกลลอน

ค. 64 แกลลอน

ง. 128 แกลลอน

20. ถ้า  $y$  แปรผันตรงกับกำลังสองของ  $x$  และแปรผกผันกับรากที่สองของ  $z$  เมื่อ  $x$  และ  $z$  มีค่าเป็น 2 เท่าของค่าเดิมแล้ว ค่าของ  $y$  จะเป็นกี่เท่าของค่าเดิม

ก.  $\sqrt{2}$

ข. 2

ค. 4

ง.  $2\sqrt{2}$

#### ภาคผนวก ง

- การจัดกลุ่มนักเรียนตามรูปแบบการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD
- คะแนนพัฒนาการของการทดสอบย่อยหลังแผนที่ 1-แผนที่ 4
- คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 30 การจัดกลุ่มนักเรียนตามรูปแบบการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD

ระดับความสามารถทางการเรียนของนักเรียน	เลขที่	คะแนนฐาน	กลุ่ม
เก่ง	3	100	1
	12	100	2
	14	92.5	3
	20	90	4
	13	85	5
	5	83.75	6
	19	80	6
	11	75	5
	10	70	4
	16	68.75	3
ปานกลาง	6	66.25	2
	8	66.25	1
	23	61.25	1
	4	57.5	2
	1	55	3
	7	52.5	4
	21	50	5
	17	50	6
	15	48.75	6
	2	47.5	5
อ่อน	18	43.75	4
	24	42.5	3
	22	36.25	2
	9	17.5	1

ตารางที่ 31 คะแนนพัฒนาการของการทดสอบย่อยหลังแผนที่ 1

กลุ่ม	เลขที่	คะแนนฐาน	คะแนนสอบย่อย	คะแนนพัฒนาการ	คะแนนพัฒนาการสะสม
1	3	100	100	30	120
	8	66.25	80	30	
	23	61.25	90	30	
	9	17.5	90	30	
	12	100	100	30	
2	6	66.25	80	30	120
	4	57.5	90	30	
	22	36.25	80	30	
	14	92.5	100	30	
3	16	68.75	60	10	100
	1	55	90	30	
	24	42.5	100	30	
4	20	90	100	30	120
	10	70	90	30	
	7	52.5	70	30	
	18	43.75	80	30	
5	13	85	90	20	110
	11	75	80	30	
	21	50	80	30	
6	2	47.5	90	30	110
	5	83.75	100	30	
	19	80	90	20	
	17	50	90	30	
	15	48.75	90	30	

ตารางที่ 32 คะแนนพัฒนาการของการทดสอบย่อยหลังแผนที่ 2

กลุ่ม	เลขที่	คะแนนฐาน	คะแนนสอบย่อย	คะแนนพัฒนาการ	คะแนนพัฒนาการสะสม
1	3	100	90	10	170
	8	80	80	20	
	23	90	90	20	
	9	90	70	0	
	12	100	100	30	
2	6	80	90	20	210
	4	90	90	20	
	22	80	90	20	
	14	100	100	30	
3	16	60	100	30	210
	1	90	90	20	
	24	100	100	30	
	20	100	100	30	
4	10	90	100	30	230
	7	70	90	30	
	18	80	90	20	
5	13	90	100	30	210
	11	80	100	30	
	21	80	100	30	
	2	90	80	10	
6	5	100	100	30	230
	19	90	100	30	
	17	90	100	30	
	15	90	100	30	

ตารางที่ 33 คะแนนพัฒนาการของการทดสอบย่อยหลังแผนที่ 3

กลุ่ม	เลขที่	คะแนนฐาน	คะแนนสอบย่อย	คะแนนพัฒนาการ	คะแนนพัฒนาการสะสม
1	3	90	100	30	240
	8	80	100	30	
	23	90	80	10	
	9	70	50	0	
	12	100	100	30	
2	6	90	80	10	290
	4	90	90	20	
	22	90	90	20	
	14	100	100	30	
3	16	100	90	10	300
	1	90	90	20	
	24	100	100	30	
4	20	100	100	30	330
	10	100	100	30	
	7	90	80	10	
	18	90	100	30	
5	13	100	100	30	330
	11	100	100	30	
	21	100	100	30	
6	2	80	100	30	350
	5	100	100	30	
	19	100	100	30	
	17	100	100	30	
	15	100	100	30	

ตารางที่ 34 คะแนนพัฒนาการของการทดสอบย่อยหลังแผนที่ 4

กลุ่ม	เลขที่	คะแนนฐาน	คะแนนสอบย่อย	คะแนนพัฒนาการ	คะแนนพัฒนาการสะสม
1	3	100	100	30	350
	8	100	100	30	
	23	80	90	20	
	9	50	100	30	
	12	100	100	30	
2	6	80	100	30	400
	4	90	100	30	
	22	90	80	20	
	14	100	100	30	
3	16	90	90	20	410
	1	90	100	30	
	24	100	100	30	
4	20	100	100	30	430
	10	100	100	30	
	7	80	100	30	
	18	100	90	10	
5	13	100	100	30	400
	11	100	80	0	
	21	100	100	30	
6	2	100	90	10	450*
	5	100	100	30	
	19	100	90	10	
	17	100	100	30	
	15	100	100	30	

หมายเหตุ \* หมายถึง กลุ่มที่ได้รับคะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด

ตารางที่ 35 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 16 คะแนน)				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	รวม
1	4	4	4	4	16
2	4	4	4	4	16
3	4	4	4	4	16
4	3	3	1	3	9
5	4	4	4	4	16
6	4	4	2	4	14
7	2	4	4	4	14
8	3	3	4	3	13
9	2	4	1	1	8
10	4	4	4	4	16
11	4	4	4	3	15
12	4	4	4	4	16
13	4	4	4	4	16
14	4	4	4	4	16
15	2	3	4	3	12
16	2	4	2	2	10
17	2	3	4	2	11
18	4	3	4	2	13
19	4	4	4	4	16
20	4	4	4	4	16
21	2	3	2	2	9
22	4	4	4	2	14
23	4	4	4	3	15
24	4	4	4	4	16
คะแนนเฉลี่ย	13.875				



ตารางที่ 36 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง  
จำแนกคะแนนรายข้อ

ข้อ	คะแนนทักษะเชื่อมโยง				
	0	1	2	3	4
1	-	-	6	2	16
2	-	-	-	6	18
3	-	2	3	-	19
4	-	1	5	5	13
รวม	-	3	14	13	66
ร้อยละ	-	3.126	14.583	13.541	68.75

ตารางที่ 37 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียน  
กลุ่มตัวอย่าง

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
1	15
2	14
3	19
4	14
5	19
6	14
7	13
8	16
9	13
10	18
11	16
12	17
13	18
14	18
15	14
16	12
17	17
18	17
19	17
20	19
21	15
22	17
23	14
24	15
คะแนนเฉลี่ย	15.875

**ภาคผนวก จ**

**ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยโดยใช้โปรแกรม SPSS**

ผลการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากการทำแบบทดสอบ  
โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t-test* for one sample ดังตาราง 38

ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ  
*t-test* for one sample

#### One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Connection	24	13.88	2.659	.543

#### One-Sample Test

	Test Value = 12					
	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Connection	3.454	23	.002	1.875	.75	3.00

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t-test* for one sample ดังตาราง 39

ตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t-test* for one sample

#### One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Achievement	24	15.88	2.092	.427

#### One-Sample Test

	Test Value = 15					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Achievement	2.049	23	.052	.875	-.01	1.76