



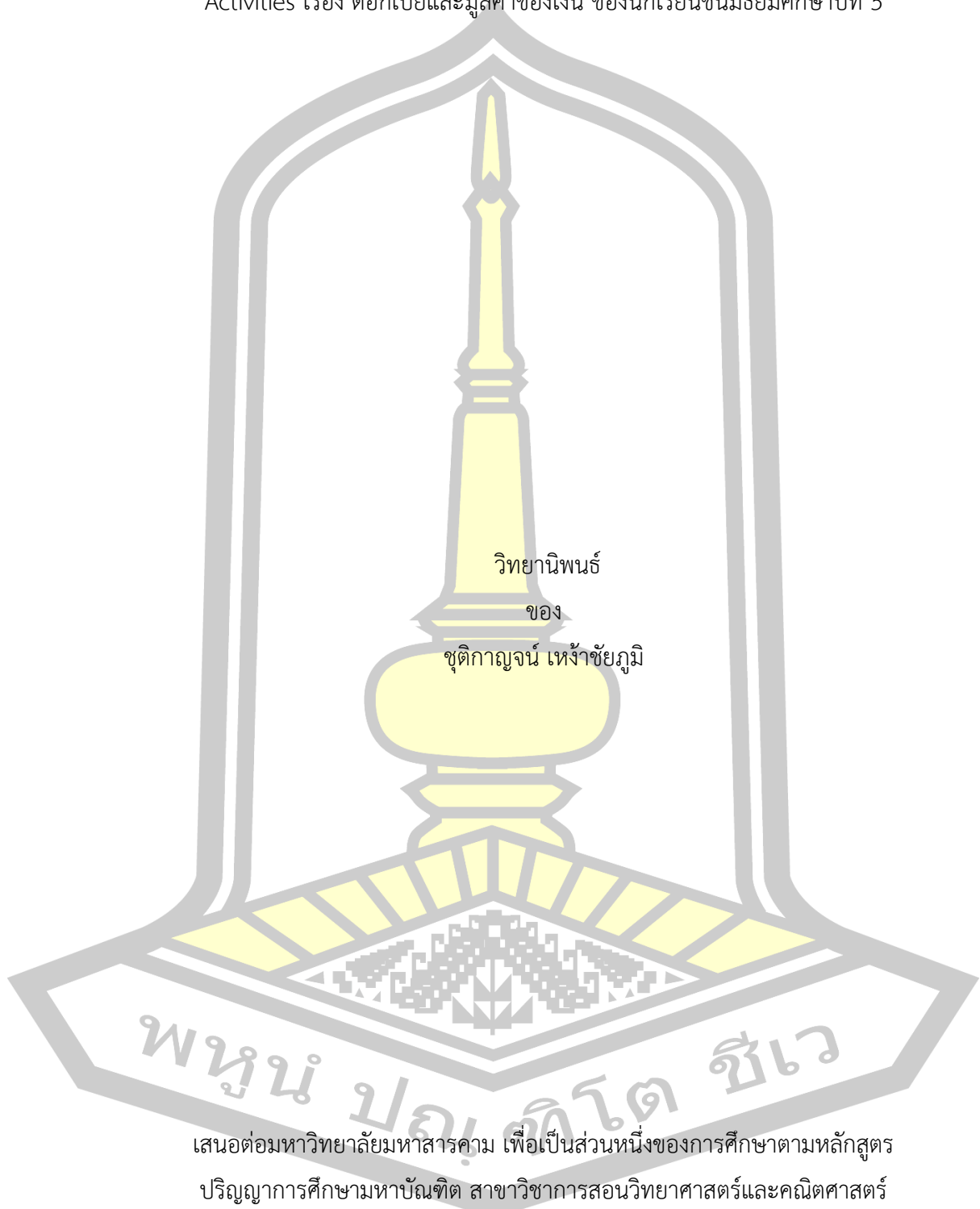
การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model - Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์  
ของ  
ชุดิกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์  
มิถุนายน 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model - Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



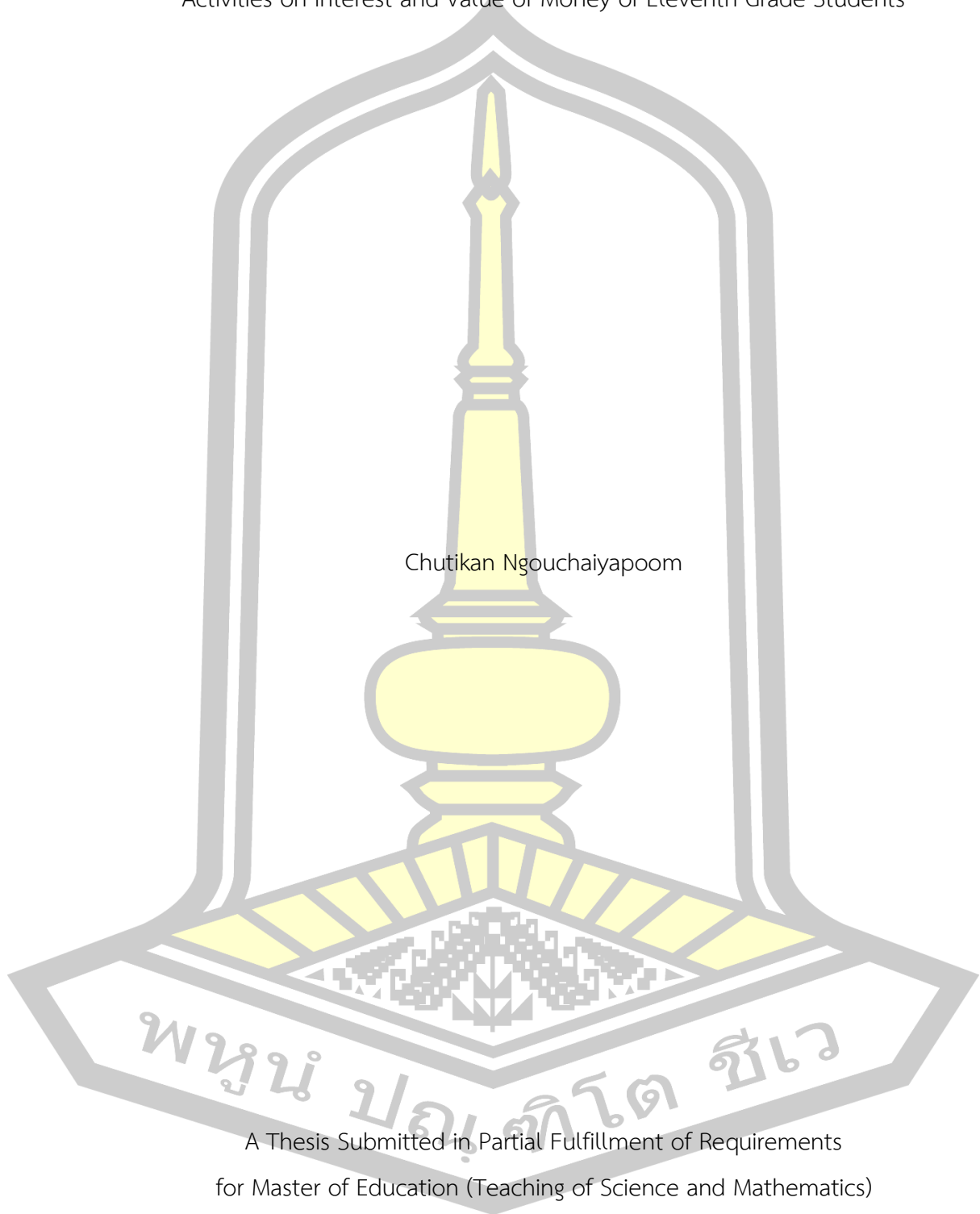
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มิถุนายน 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Mathematical Connection Skills by Using Model - Eliciting  
Activities on Interest and Value of Money of Eleventh Grade Students

Chutikan Ngouchaiyapoom



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

June 2020

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวชุตติกาญจน์ เหง้า  
ชัยภูมิ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. มนตรี วงษ์สะพาน )

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน )

..... กรรมการ

(ผศ. ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ )

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมาน เอกพิมพ์ )

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม

.....  
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ )

.....  
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model - Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		
<b>ผู้วิจัย</b>	ชุตติกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ		
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน		
<b>ปริญญา</b>	การศึกษามหาบัณฑิต	<b>สาขาวิชา</b>	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	<b>ปีที่พิมพ์</b>	2563

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด และ 2) เพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจกที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 นักเรียนกลุ่มที่มีปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 27 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities 2) แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 3) แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง รูปแบบการวิจัย คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-8 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9-12 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการพรรณนาวิเคราะห์

ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้

1. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 54.32, 64.20 และ 76.95 ตามลำดับ ซึ่งนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์

ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมดในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และนักเรียนมีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างครบถ้วน และยังสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปทำการเชื่อมโยงกันได้อย่างสมเหตุสมผล หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities, ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์, การวิจัยปฏิบัติการ



<b>TITLE</b>	The Development of Mathematical Connection Skills by Using Model - Eliciting Activities on Interest and Value of Money of Eleventh Grade Students		
<b>AUTHOR</b>	Chutikan Ngouchaiyapoom		
<b>ADVISORS</b>	Associate Professor Songsak Phusee - orn , Ph.D.		
<b>DEGREE</b>	Master of Education	<b>MAJOR</b>	Teaching of Science and Mathematics
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2020

### ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop connection skills in mathematic of the student in eleventh grade. The average pass rate of 60 percent of students and 2) to study mathematical connection skills for eleventh grade students after being taught by using Model-Eliciting Activities. The target group of this research was 27 students of eleventh grade in the second semester of 2019 academic year from Roi-et wittayalai school, Muang, Roi-et. They were selected by using Purposive Sampling for 1 classroom. The research methodology is action research which consists of three spirals. The research instruments were: 1) 12 lesson plans of Model-Eliciting Activities, 2) Mathematical connection skills test, 3) the behavior assessment form and 4) the interview form. The data was analyzed by using mean, percentage, standard deviation, and presenting qualitative data by analyzing descriptive data.

The result was as follows:

1. The mathematical connection skills score of eleventh-grade students by using the Model-Eliciting Activities is as follows: In the first, second, and third spirals, the averages are 54.32 percent, 64.20 percent, and 76.95 percent respectively. In the

third spiral, each of the students' scores is higher than 60 percent of the full score, and the connection skill score is increased in the second and third.

2. The students are able to specify the mathematical knowledge that is required to solve problems completely and able to apply that knowledge to create a reasonable connection after being taught by using Model-Eliciting Activities.

Keyword : Model-Eliciting Activities, Mathematical connection skill, Action research





## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนต์รี วงษ์สะพาน ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมาน เอกพิมพ์ กรรมการสอบ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย คณะครูและนักเรียนโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำการวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่างๆ ทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัวและเพื่อนๆ ที่ให้ความรักความห่วงใย คอยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) และขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือประสานงานในโครงการจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และทำให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปได้อย่างราบรื่น

คุณค่าและประโยชน์จากการทำการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ญาติสนิทมิตรสหายตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ความรัก ความเมตตา และสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

ชุตติกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ

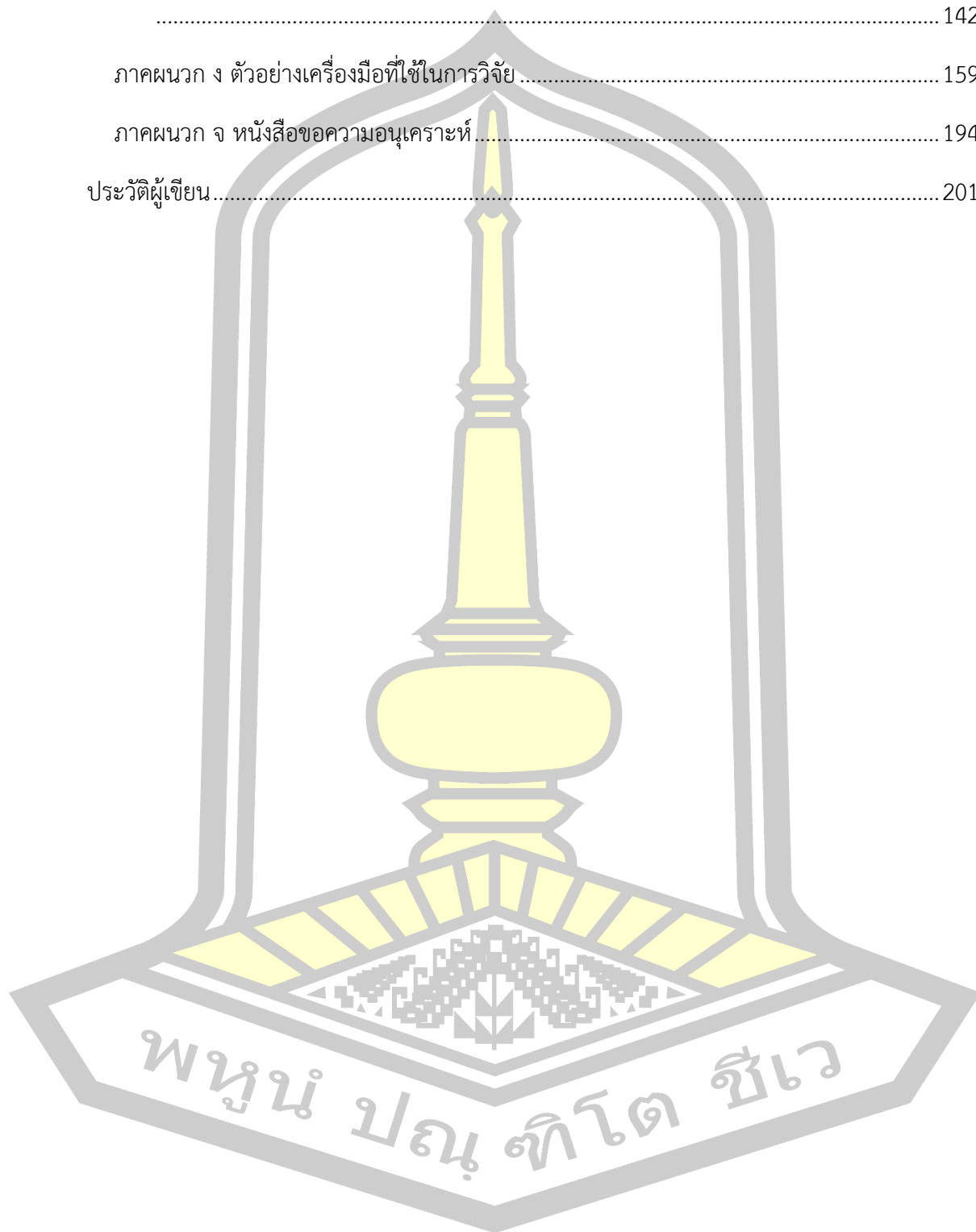
พูน ปรณ ทิโต ชีเว

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560).....	10
บริบทโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย.....	16
การวิจัยปฏิบัติการ.....	19
การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities.....	26
เทคนิคการใช้ผังกราฟิก (Graphic organizers).....	34
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	52

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	57
ขอบเขตของการวิจัย.....	57
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	60
รูปแบบของการวิจัย.....	60
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ .....	61
การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	83
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล .....	87
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	90
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	90
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	91
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	114
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	114
สรุปผล .....	114
อภิปรายผล.....	115
ข้อเสนอแนะ.....	122
บรรณานุกรม.....	124
ภาคผนวก.....	132
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ .....	133
ภาคผนวก ข ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้.....	135
ภาคผนวก ค ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการ	

เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	142
ภาคผนวก ง ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	159
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์ .....	194
ประวัติผู้เขียน .....	201



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินในการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	49
ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินในการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	50
ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินในการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	50
ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	51
ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	58
ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5/7.....	58
ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน ตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง.....	63
ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	76
ตารางที่ 9 พฤติกรรมบ่งชี้การมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากการวิเคราะห์ ตามเกณฑ์การประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	79
ตารางที่ 10 ประเด็นคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อบ่งชี้การมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	81
ตารางที่ 11 ตารางวิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ และเทียบเกณฑ์ .....	91
ตารางที่ 12 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	94
ตารางที่ 13 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พร้อมแนวทางแก้ไข.....	98
ตารางที่ 14 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	100
ตารางที่ 15 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พร้อมแนวทางการแก้ไข .....	104
ตารางที่ 16 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	106
ตารางที่ 17 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ .....	111

ตารางที่ 18 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	136
ตารางที่ 19 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	138
ตารางที่ 20 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	140
ตารางที่ 21 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประเภทอัตร้อย ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	143
ตารางที่ 22 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประเภทอัตร้อย ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	144
ตารางที่ 23 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประเภทอัตร้อย ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	145
ตารางที่ 24 ผลการประเมินความสอดคล้องประเด็นคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ จาก ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	146
ตารางที่ 25 ผลการประเมินความสอดคล้องแบบสังเกตพฤติกรรม จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน.....	146
ตารางที่ 26 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี๋ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 .....	147
ตารางที่ 27 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี๋ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 .....	149
ตารางที่ 28 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี๋ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 .....	151
ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี๋ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 .....	153
ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี๋ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 .....	155
ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี๋ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 .....	157

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 รูปแบบวงจรการวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิด Elliott.....	23
รูปที่ 2 รูปแบบวงจรการวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิด Kemmis and McTaggart.....	24
รูปที่ 3 ตัวอย่างผังความคิดเรื่องการใช้ MIND MAP.....	37
รูปที่ 4 ตัวอย่างผังมโนทัศน์เรื่องสัตว์.....	37
รูปที่ 5 ตัวอย่างผังแมงมุมเรื่องการวัด.....	38
รูปที่ 6 ตัวอย่างผังลำดับขั้นตอนการสอบแบบจุลภาค.....	38
รูปที่ 7 ตัวอย่างผังก้างปลา.....	39
รูปที่ 8 ผังวัฏจักรการเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์ (Experiential Learning Cycle) ของจอห์นสัน และปรับโดย แอเร็นด์.....	39
รูปที่ 9 ผังแสดงความสัมพันธ์ของวัตถุประสงค์ 3 ด้าน ของแบร์และคิง.....	40
รูปที่ 10 ผังก้างปลา.....	41
รูปที่ 11 ตัวอย่างการระบุมุมมองทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาของนักเรียน.....	96
รูปที่ 12 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่นักเรียนได้อธิบายแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แต่ระบุมุมมองทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาไม่ชัดเจน.....	97
รูปที่ 13 ตัวอย่างการใช้เทคนิคผังก้างปลาในการวิเคราะห์หาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา.....	102
รูปที่ 14 ตัวอย่างการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน.....	103
รูปที่ 15 ตัวอย่างการระบุมุมมองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	108
รูปที่ 16 ตัวอย่างการออกแบบผังก้างปลาแบบรายบุคคล.....	109
รูปที่ 17 ตัวอย่างการออกแบบผังก้างปลาของกลุ่ม.....	109
รูปที่ 18 ตัวอย่างการแก้ปัญหาจากสถานการณ์.....	110

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุขในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560 - 2579) (สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ได้กำหนดวิสัยทัศน์ไว้ว่าคนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21 ดังพระบรมราโชวาทของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ทรงมีกระแสพระราชดำรัสว่า “การศึกษานั้น ไม่ว่าจะศึกษาเพื่อตนหรือจะให้แก่ผู้อื่น สำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้ตรงตามวัตถุประสงค์ จึงจะได้ผลเป็นคุณเป็นประโยชน์ มิฉะนั้นจะต้องมีการผิดพลาดเสียหายเกิดขึ้น ทำให้เสียเวลาและเสียประโยชน์ไปเปล่าๆ วัตถุประสงค์ของการศึกษานั้นคืออย่างไร กล่าวโดยความคิดรวบยอด ก็คือการทำใ้บุคคลมีปัจจัยหรือมีอุปกรณ์สำหรับชีวิตอย่างครบถ้วน เพียงพอทั้งในสวนวิชา ความรู้ ส่วนความคิดวินิจฉัย ส่วนจิตใจและคุณธรรมความประพฤติ ส่วนความขยันอดทน และความสามารถในอันที่จะนำความรู้ความคิดไปใช้ปฏิบัติงานของตนเองให้ได้จริง ๆ เพื่อสามารถดำรงชีพอยู่ได้ด้วยมีความสุขความเจริญมั่นคง และสร้างสรรค์ประโยชน์ให้แก่สังคมและบ้านเมืองได้ตามควรแก่ฐานะด้วย”

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้เกิดการค้นคว้า วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทาง



วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น 5 ทักษะ คือ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่จำเป็นของนักเรียนซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้ระบุถึงการพัฒนาทักษะและกระบวนการการเชื่อมโยงว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อ นั้น จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และใช้ในการแก้ปัญหา และยังมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) โดยมีความสอดคล้องกับโครงการประเมินผลการเรียนร่วมกับนานาชาติหรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for the Economic Cooperation and Development: OECD) เพื่อเป็นการประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ ด้วยการประเมินความสามารถพื้นฐานด้านการใช้ความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง เป็นการทดสอบว่านักเรียนจะสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงหรือสถานการณ์จริงได้หรือไม่ โดยข้อสอบ PISA ไม่ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับความจำด้านเนื้อหาของนักเรียน แต่เป็นการทดสอบว่านักเรียนมีทักษะในการอ่านเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหา และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งในปี 2015 พบว่านักเรียนมีคะแนนการสอบ PISA ในวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 415 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1,000 คะแนน จัดอยู่ในกลุ่มที่คะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยทั่วโลก 490 คะแนน จากผลคะแนนดังกล่าวสามารถบอกได้ว่านักเรียนไทยมีทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ต่ำเมื่อเทียบกับนักเรียนในประเทศอื่น ๆ เพื่อเป็นการยืนยันปัญหาเกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

จากการที่ผู้วิจัยได้สำรวจทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่อ้างอิงมาจากงานวิจัยของ บงกชรัตน์ สมานสินธุ์ (2551) ซึ่งเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยที่ให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิด องค์กรความรู้ต่าง ๆ และการนำเอาแนวคิดและองค์กรความรู้เหล่านั้นมาทำการเชื่อมโยงเพื่อทำการแก้สถานการณ์ปัญหา มาทดสอบกับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จังหวัดร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2562 จำนวน 35 คน ซึ่งผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบมาใช้จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 8 คะแนน จากนั้นผู้วิจัยได้นำคะแนนของนักเรียนแต่ละคนที่ได้มาเทียบเป็นร้อยละ พบว่ามีนักเรียนจำนวน 27 คนที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด และมีนักเรียนจำนวน 8 คนมีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด โดยเกณฑ์นี้สร้างจากเกณฑ์ขั้นต่ำที่โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยกำหนดว่า ผู้เรียนต้องมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 อ้างอิงเกณฑ์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557) ทั้งนี้อาจเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วทำการเชื่อมโยงเพื่อใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ นักเรียนบางคนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงได้ แต่เป็นความรู้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำหนด มีข้อผิดพลาดด้านการใช้สูตร กฎ บทนิยาม ทฤษฎีและสมบัติต่าง ๆ นั่นคือนักเรียนไม่สามารถระบุได้อย่างถูกต้องว่าในแต่ละปัญหาจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง ส่งผลให้คำตอบหรือกระบวนการที่ได้มามีความผิดพลาด

การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ ซึ่งการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนได้สร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นรูป กราฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ (NCTM, 1989) ดังที่พร้อมพรรณ อุดมสิน (2547) ได้กล่าวว่าประสบการณ์ที่หลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ด้วยการมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ หรือการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงจึงจะทำให้คณิตศาสตร์มีความหมายต่อผู้เรียนมากขึ้น นั่นคือประสบการณ์ที่ครูจัดให้นักเรียนเป็นตัวกำหนดคุณภาพของการเรียนรู้ของนักเรียน ความเข้าใจคณิตศาสตร์จะพอกพูนขึ้นเรื่อย ๆ หากได้รับประสบการณ์ที่ลุ่มลึก และเชื่อมโยงกันเนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความต่อเนื่องกันเป็นลำดับขั้น การที่จะเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งมีเรื่องที่ต้องเรียนรู้มาก่อน (ดวงเดือน อ่อนนุ่ม, 2547) ดังนั้นทักษะกระบวนการเชื่อมโยงจึงมีความจำเป็น ซึ่งอัมพร ม้าคนอง (2547) กล่าวว่า การเชื่อมโยงมีความสำคัญ และจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ในห้องเรียนได้ดีขึ้น และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับสาขาอื่น ๆ ได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป นอกจากนี้การเชื่อมโยงความรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น สามารถสร้างความเข้าใจในเนื้อหาเดิมได้ดีขึ้นและช่วยให้

นักเรียนได้รับความรู้ในลักษณะที่เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) และ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ (2561) กล่าวว่า โดยธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันเป็นลูกโซ่ การเรียนรู้เนื้อหาหนึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้เนื้อหาอื่นที่เรียนมาก่อนแล้ว ถ้าพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนไม่ดีพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ย่อมมีผลกระทบต่อเรื่อง นำไปสู่ความล้มเหลวในการเรียนคณิตศาสตร์ รวมถึงเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ จึงเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นที่ครูจะต้องรู้หรือประเมินความรู้พื้นฐานของนักเรียน

จากสภาพปัญหาที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าหลักการ แนวคิดและทฤษฎีการสอนที่จะนำมาพัฒนากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งพบว่าวิธีการสอนแบบ Model-Eliciting Activities ถูกพัฒนาขึ้นจากวิธีการสอนแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) โดยนักการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ (Lesh, R., M. Hoover, B. Hole, A. Kelly, 2000) ซึ่งเป็นการเป็นการจัดการการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ โดยมีรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดค้นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาของตนเองได้ นักเรียนจะได้รับปัญหาที่เป็นปัญหาปลายเปิดโดยที่ครูผู้สอนเป็นผู้ออกแบบมาเพื่อท้าทายให้นักเรียนได้สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนจากปัญหาในชีวิตจริง (Garfield, 2009) นอกจากนี้ Lesh (2000) อธิบายวิธีการสอนแบบ Model-Eliciting Activities ว่า มีหลักการสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย 6 ประการ 1) หลักการสร้างรูปแบบ ซึ่งปัญหาที่ใช้จะต้องออกแบบให้มีความเหมาะสมกับการแก้ปัญหาของนักเรียน 2) หลักการของความจริง ซึ่งปัญหาที่ใช้จะต้องมีความเกี่ยวข้องกับนักเรียน 3) หลักการประเมินตนเอง ซึ่งนักเรียนสามารถประเมินการแก้ปัญหาของตนเอง 4) หลักการแสดงเอกสาร ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาในรูปแบบใบกิจกรรม ใบงาน และแบบทดสอบ 5) หลักการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ วิธีการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นควรถ่ายทอดความเข้าใจของผู้อื่นและสามารถนำไปใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ได้ และ 6) หลักการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ MEAs มีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน Stohlmann (2013) ได้นำเสนอการนำแนวคิด Model-Eliciting Activities ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน คือ 1) อ่านบทความและตอบคำถามเตรียมความพร้อม คือ ขั้นตอนที่นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจกับบทความจากหนังสือพิมพ์ หรือเรื่องราวที่สร้างขึ้นโดยอ้างอิงจากเรื่องจริง จากนั้นตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในบทความ โดยทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา และนึกถึงความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง 2) จัดการสถานการณ์ปัญหา คือ ขั้นตอนที่แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3-5 คน แล้วอ่านคำชี้แจงปัญหาพร้อมข้อมูลสำคัญประกอบ ซึ่ง

สถานการณ์ปัญหาจะบอกสิ่งที่นักเรียนต้องพิจารณาคือ องค์ประกอบสำคัญของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบ รวมถึงแบบรูปและกฎที่ใช้กับความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบนั้น โดยครูผู้สอนจะให้นักเรียนปรึกษาและร่วมกันคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาในกลุ่มของตนเอง และคอยให้ความช่วยเหลือนักเรียนด้วยการตอบคำถามที่นักเรียนสงสัยแล้วให้นักเรียนคิดแนวทางในการหาคำตอบของกลุ่มพวกเขาเอง โดยหลีกเลี่ยงการถามหรือการแสดงความคิดเห็นที่ชี้ให้นักเรียนไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและให้นักเรียนสังเกต ศึกษาวิธีการที่นักเรียนคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหา 3) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา คือ ขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแนวทางที่ร่วมกันคิดในการแก้ปัญหามาเขียนวิธีในการแก้ปัญหาในรูปแบบเอกสาร เสร็จแล้วออกมาแนะนำหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันหรือเหมือนกัน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และประสิทธิผลของวิธีการตอบสนองต่อความต้องการในสถานการณ์มากที่สุด หลังจากนั้นครูผู้สอนจะใช้คำถามที่เกี่ยวกับวิธีในการแก้ปัญหา โดยที่ผู้อื่นสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความคล้ายกันได้หรือไม่ และ 4) ประเมินผล คือ ขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอเสร็จแล้ว ครูผู้สอนจะให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อนมีความเหมาะสมและตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผล หลังจากนั้นนักเรียนจึงประเมินผลงานของกลุ่มตนเอง มีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ อย่างไร โดยอธิบาย และให้นักเรียนประเมินความรู้ของกลุ่มของตนเอง และนักเรียนประเมินความรู้ ทักษะ และกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสร้างวิธีในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ ขวัญหทัย พิกุลทอง (2562) ครูผู้สอนในวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ MEAs ไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในห้องเรียน โดยเริ่มจากปัญหาในชีวิตประจำวันที่มีความน่าสนใจและมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อให้นักเรียนมีการดำเนินการแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้เกิดการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนและเพื่อนในกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ไขปรับปรุงกระบวนการทำงานของตนเองเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด MEAs ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ โดยไม่มุ่งเน้นไปที่ขั้นตอนหรือวิธีการอย่างเดียว แต่เป็นการใช้ความสามารถของนักเรียนในมุมมองทางการคิดที่เปิดกว้างขึ้น และจำเป็นต้องใช้การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิมแล้วไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จนสามารถนำความรู้ที่พบไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิคผังกราฟิกเป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำได้นาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเนื้อหาสาระหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนประมวลมานั้นอยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนจัดข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นระบบระเบียบ อยู่ในรูปแบบที่อธิบายให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย (ทิศนา แคมมณี, 2553) ดังที่พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545) ได้

กล่าวว่า ผังกราฟฟิกเป็นรูปแบบของการสื่อสาร เพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูลหรือความรู้ที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ เข้าใจง่าย กระชับ ชัดเจน และผังกราฟฟิกได้มาจากการนำข้อมูลดิบหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาจัดกระทำข้อมูลโดยใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การจัดประเภท เป็นต้น ซึ่งผังกราฟฟิกทำหน้าที่ช่วยจัดการกับเนื้อหา ข้อมูล และความคิดที่นักเรียนมีอยู่ในสมอง เป็นเครื่องมือจัดระบบความคิด โดยใช้เส้นวาดเข้าช่วย ในรูปแบบของตาราง (Table) แผนภาพ (Picture) แผนภูมิ (Chart) เส้นเวลา (Timeline) แผนผังและเส้นโยง (Diagram and Flowchart) รูปพีระมิด (Pyramid) เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้และข้อมูลจากความคิดในสมอง มาจัดวางได้อย่างเป็นระบบตามรูปแบบต่าง ๆ มีลักษณะเด่นในการเก็บข้อมูล ความคิด ข้อเท็จจริง เป็นแบบแผนแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงอย่างชัดเจน (ฉัตรिया เลิศวิชา, 2557) จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟฟิก ซึ่งมีรูปแบบหลายรูปแบบ เช่น ผังความคิด ผังมโนทัศน์ ผังก้างปลา ผังแมงมุม เป็นต้น (ทิตานา แคมมณี, 2553) ผู้วิจัยจึงเลือกเทคนิคผังก้างปลา ซึ่งเป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาที่มีความซับซ้อน จะช่วยทำให้เห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ชัดเจน ทำให้ทราบสาเหตุหลักๆ และสาเหตุย่อย ๆ ของปัญหา ทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ถูกวิธี ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่าง ๆ ที่กระจัดกระจายของแต่ละสมาชิก และจะช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิกในทีม

จากเหตุผลและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย ในการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าเนื้อหาดังกล่าวเป็นเรื่องที่นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด
2. เพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

## ความสำคัญของการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ทำให้ทราบผลของการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities สำหรับครูคณิตศาสตร์หรือผู้ที่สนใจที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 จำนวน 27 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) นักเรียนกลุ่มที่มีปัญหาเกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

2.2 ตัวแปรตาม คือ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

### 3. เนื้อหาที่วิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ซึ่งเป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2562 เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้

### 4. ระยะเวลาในการดำเนินการค้นคว้า

การวิจัยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างวิธีในการแก้ปัญหา สามารถตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถหาคำตอบร่วมกับผู้อื่นในกลุ่มได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยเป็นสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตจริง ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎี

บท บทนิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่าง ๆ มาใช้ในกระบวนการคิดแก้ปัญหาระหว่างสถานการณ์ในชีวิตจริงกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการของตนเอง โดยมีขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด Model-Eliciting Activities ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 อ่านสถานการณ์สั้นๆ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์สั้นๆ ให้นักเรียนได้อ่านทำความเข้าใจ โดยทำความเข้าใจความคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหา และนึกถึงความรู้ทักษะที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนจัดกลุ่มให้กับนักเรียน โดยลดความสามารถของนักเรียนที่เรียนเก่ง นักเรียนที่เรียนปานกลาง และนักเรียนที่เรียนอ่อน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน โดยสถานการณ์ปัญหาจะระบุถึงสิ่งที่นักเรียนจะต้องพิจารณา คือ องค์ประกอบสำคัญและวิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบ รวมถึงทฤษฎีบท บทนิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันและการดำเนินการขององค์ประกอบนั้น โดยครูผู้สอนจะให้นักเรียนปรึกษาและร่วมกันคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาในกลุ่มของตนเอง และเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหารูปแบบเอกสารแล้ว จากนั้นนักเรียนออกมานำเสนอวิธีนั้นหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาที่มีวิธีที่แตกต่างกันหรือเหมือนกัน โดยครูผู้สอนจะใช้คำถามเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหานักเรียนว่าง่ายต่อความเข้าใจของผู้อื่น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร โดยอธิบาย

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มของตนเองและกลุ่มเพื่อน ว่ามีความเหมาะสม ตรงกับความต้องการของโจทย์ปัญหา และมีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ โดยให้นักเรียนอธิบาย หลังจากนั้นให้นักเรียนประเมินความรู้กลุ่มของตนเอง และประเมินความรู้ ทักษะ และวิธีการที่นักเรียนสร้างขึ้นใช้ในการแก้ปัญหา

2. เทคนิคผังก้างปลา หมายถึง แผนภูมิที่มีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างปัญหาหนึ่งปัญหากับสาเหตุหลายๆ สาเหตุที่ส่งผลให้เกิดปัญหานั้น

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎี บทนิยาม กฎ สมบัติต่าง ๆ หลักการทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่ตนเองพบ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือหาแนวทางของคำตอบ ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่พบได้ง่ายยิ่งขึ้น มีแนวทางในการพัฒนาแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

3.1 นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยสามารถระบุรายละเอียดของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็น ทฤษฎี กฏ สูตร บทนิยาม สมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

3.2 นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ระบุไว้





## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)
2. บริบทโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย
3. การวิจัยปฏิบัติการ
4. การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities
5. เทคนิคแผนผังกราฟิก
6. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

#### 1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

#### 2. เป้าหมายหลักสูตร

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

- 2.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎีในสาระคณิตศาสตร์ที่จำเป็น พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้
- 2.2 มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง ให้เหตุผล และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 2.3 มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ตลอดจนการประกอบอาชีพ
- 2.4 มีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือ ในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน และการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

### 3. วิสัยทัศน์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

### 4. เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

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

- 4.1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ

กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

4.2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเอนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

4.3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

## 5. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

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

### สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

### สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

### สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

## 6. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

6.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

6.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่าง ถูกต้อง ชัดเจน

6.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

6.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

6.5 ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้าง แนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

## 7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนคณิตศาสตร์

ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

7.1 ทำความเข้าใจหรือสร้างกรณีทั่วไปโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษากรณีตัวอย่าง หลากๆ กรณี

7.2 มองเห็นว่าสามารถใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

7.3 มีความมุ่งมั่นในการทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.4 สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่าง สมเหตุสมผล

7.5 ค้นหาลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และประยุกต์ใช้ลักษณะดังกล่าวเพื่อทำความเข้าใจ หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

## 8. คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อผ่านหลักสูตร จะมีคุณภาพดังนี้

8.1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

8.2 เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

8.3 นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน

8.4 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล เพื่อประกอบการตัดสินใจ

## 9. การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหา และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะ และกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้ แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

การที่ผู้เรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและมีความคงทนในการเรียนรู้ ตลอดจนช่วยให้ผู้เรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อ นั้น จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้ในเรื่องเซตในการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่าง ๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน

นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันแล้วยังมีการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และใช้การแก้ปัญหา เช่น เรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม ในงานศิลปะและการออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

นอกจากนั้นแล้วยังมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างที่บ่อ บรรจุน้ำต่าง ๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อ

ขาย การชั่งตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงินไว้  
ใช้ในชว่บั้นปลายของชีวิต

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะและกระบวนการ การเชื่อมโยง  
ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็น  
อย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะและ  
กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และ  
เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่ต้องเกี่ยวข้อง
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทาง  
คณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น ๆ อย่างสมเหตุสมผล

ตัวอย่างการเชื่อมโยง บริษัทก่อสร้างดำรงต้องการเช่าที่ดินขนาด 2 ไร่ จำนวน 1 แปลง  
สำหรับเก็บวัสดุก่อสร้างในราคาประหยัด และมีผู้นำที่ดินมาเสนอให้เช่า 2 ราย ดังนี้

นายบุญ เสนอที่ดิน 2 ไร่ 1 งาน คิดราคาค่าเช่าที่ดินทั้งแปลงเดือนละ 7,000 บาท  
นางล้วน เสนอที่ดิน 5 ไร่ 3 งาน แบ่งที่ดินให้เช่าได้โดยคิดค่าเช่าตารางวาละ 100  
บาทต่อปี

ถ้าผู้เรียนเป็นเจ้าของบริษัทก่อสร้างดำรง ผู้เรียนจะตกลงเช่าที่ดินของใคร เพราะ  
เหตุใด

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น จะเห็นว่าผู้เรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการ  
คำนวณค่าเช่าที่ดิน ต้องคำนึงถึงราคาที่ต้องการประหยัด ต้องใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ การ  
นำเสนอเฉพาะคำตอบของผู้เรียนไม่ใช่สิ่งสำคัญที่สุด ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญต่อแนวคิดและ  
เหตุผลของผู้เรียนแต่ละคนประกอบด้วย

ตัวอย่างคำตอบและเหตุผลของผู้เรียนอาจเป็นดังนี้  
ด.ช. ก่อ ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายปีละ 84,000 บาท  
(7,000×12 = 84,000) และได้ที่ดินมากกว่าที่กำหนดไว้อีก 1 งาน

ด.ญ. นิตยา ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนางล้วน ซึ่งคิดค่าเช่า 2 ไร่หรือ 800 ตารางวา  
เป็นเงิน 80,000 บาทต่อปี ซึ่งเป็นราคาเช่าที่ถูกกว่าเช่าที่ดินของนายบุญ

ด.ญ. นุช ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งเมื่อคิดค่าเช่าเป็นตารางวาต่อปีแล้วจะจ่ายเพียงตารางวาละ 93 บาท  $\left(\frac{7,000 \times 12}{900} \approx 93\right)$  ซึ่งถูกกว่าค่าเช่าที่ดินของนางล้วน

ผู้สอนอาจเปิดประเด็นให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายต่อในเรื่องนี้ได้อีกในประเด็นที่ว่าในชีวิตจริงแล้วก่อนตัดสินใจลงทุนทำกิจการใดผู้ลงทุนจะไม่พิจารณาเฉพาะค่าเช่าเพียงอย่างเดียวต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ด้วย เช่น สภาพแวดล้อม ความสะดวกในการเข้าหรือออก ที่ดินอยู่ใกล้หรือไกลจากบริษัทเพียงใด ประเด็นเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดพิจารณาในวงกว้างขึ้นสามารถนำความคิดเช่นนี้ไปประยุกต์ในชีวิตจริงได้ เป็นการส่งเสริมทักษะและกระบวนการให้เหตุผลความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในด้านความคิดอย่างถี่ถ้วนรอบคอบ กล้าแสดงความคิดเห็น และคิดอย่างมีวิจารณญาณอีกด้วย ในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือให้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิดและแสดงเหตุผลได้ ผู้สอนไม่ควรดูเฉพาะคำตอบที่หาได้จากการคำนวณเท่านั้น คำตอบของปัญหาอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ ขึ้นอยู่กับการให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลด้วย

### บริบทโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

#### 1. ประวัติของโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยได้เริ่มวางรากฐานครั้งแรกในปี พ.ศ. 2450 ที่วัดศรีมงคล (วัดสระทอง จังหวัดร้อยเอ็ดในปัจจุบัน) โดยมีพระครูเอกุตรสตาริคุณ (โฆง) เจ้าคณะเมืองร้อยเอ็ด และเจ้าอาวาสวัดสระทอง ในสมัยนั้นเป็นผู้ก่อตั้ง

พ.ศ. 2453 กระทรวงธรรมการในสมัยเจ้าพระยาพระเสด็จสุเรนทราธิบดี (ม.ร.ว.เปีย มาลากุล) เป็นเสนาธิบดีกระทรวงธรรมการ ดำริจะจัดตั้งโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดร้อยเอ็ดขึ้น จึงได้ส่งราชบุรุษจันทร์ อุดมะพรหม มาเป็นครูคนแรกและได้ทราบว่ามีเด็กเข้าเรียนอยู่ในวัดประมาณ 20 กว่าคน และมีพระทำการสอนอยู่แล้ว จึงได้จัดตั้งโรงเรียนขึ้นที่วัดนี้ เรียกชื่อว่า โรงเรียนวัดศรีมงคล ครูที่สอนในสมัยนั้นมีทั้งหมด 6 คน ได้ทำการปลดเปลื้องกันสอน และให้นักเรียนชั้นสูงมาช่วยทำการสอนแก่นักเรียนในชั้นที่ต่ำกว่าเป็นครั้ง เป็นคราว

พ.ศ. 2456 กระทรวงธรรมการได้จัดส่งนายแมน โปราณานนท์ ป. (หลวงวิทย์กรรม ประสาน) มาเป็นครูใหญ่ ซึ่งต่อมาเห็นว่าสถานที่วัดศรีมงคลคับแคบ จึงได้ขอย้ายไปสถานที่ใหม่ นั่นก็คือบริเวณที่ว่าการอำเภอหลังเก่าริมคลองคูเมือง ซึ่งเป็นป่าข้างศพนักโทษ โดยได้ย้ายนักเรียนกลุ่มแรกมาทำการเรียนการสอนเมื่อวันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2456 และได้ใช้สถานที่ดังกล่าวเป็นที่ตั้งของโรงเรียนมาจนถึงปัจจุบัน ต่อมาคณะครูได้ขอความร่วมมือกับสมุหเทศาภิบาล มหาอำมาตย์ตรีหม่อม

เจ้าอาวาสศิริ ให้ช่วยบอกบุญแก่ข้าราชการ พ่อค้า คหบดี ผู้ปกครอง นักเรียน ร่วมบริจาคทุนทรัพย์เพื่อทำการปลูกสร้างอาคารเรียนหลังใหม่ทดแทนหลังเดิมที่เป็นที่ว่าการอำเภอหลังเก่า แล้วเสร็จเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2456 โดยมีนายแมน โปราณานนท์ เป็นครูใหญ่และเมื่อเมืองร้อยเอ็ดได้ถูกเปลี่ยนเป็นมณฑลร้อยเอ็ด โรงเรียนวัดศรีมงคลจึงได้ยกฐานะเป็นโรงเรียนประจำมณฑลด้วย

พ.ศ. 2457 มีการเปลี่ยนชื่อโรงเรียนเป็นโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยและทำพิธีเปิดป้ายอย่างเป็นทางการในวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2457 โดยมีพระครูเอกอุตรสถาคัญ เจ้าคณะเมืองร้อยเอ็ดเป็นประธานฝ่ายสงฆ์และมหาอำมาตย์ตรีหม่อมเจ้าธำรงศิริสมุหเทศาภิบาล สำเร็จราชการมณฑลร้อยเอ็ด เป็นประธาน

พ.ศ. 2481 นายรอบ ปัทมศิริ เป็นครูใหญ่ ได้ริเริ่มกำหนดสี่ประจำโรงเรียนและเครื่องหมายโรงเรียนเป็นครั้งแรก

พ.ศ. 2523 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยได้รับรางวัลโรงเรียนพระราชทานประเภทโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ

พ.ศ. 2529 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยได้รับรางวัลโรงเรียนพระราชทานประเภทโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษเป็นครั้งที่สอง

พ.ศ. 2539 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยได้รับรางวัลโรงเรียนพระราชทานประเภทโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษเป็นครั้งที่สาม

พ.ศ. 2547 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยได้เปิดสอนโครงการส่งเสริมนักเรียนความสามารถพิเศษทางวิชาการ (Gifted Program) ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย

พ.ศ. 2553 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยได้รับรางวัลโรงเรียนพระราชทาน ประเภทโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ เป็นครั้งที่ 4 และได้เปิดสอนนักเรียนภาคภาษาอังกฤษ (English Programme)

พ.ศ. 2555 มีการพัฒนาการบริหารจัดการทุก ๆ ด้านภายในโรงเรียนเพื่อก้าวสู่ประชาคมอาเซียน (ASEAN Community) และมาตรฐาน (World – Class Standard School)

## 2. สภาพปัจจุบันของโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

### 2.1 สถานที่ตั้ง

เลขที่ 275/14 ถนนเทวภิบาล ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด 45000  
หมายเลขโทรศัพท์ 0-435-11795 หมายเลขโทรสาร 0-4351-1180 เว็บไซต์ <http://www.rw.ac.th>

### 2.2 พื้นที่และอาคารเรียน

โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยมีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 27 ไร่ 3 งาน 52 ตารางวา ประกอบด้วยอาคารเรียนถาวร 7 หลัง และอาคารประกอบอื่น ๆ อีก เช่น หอประชุม โรงอาหาร โรงพลศึกษา เป็นต้น



2.3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 (ร้อยเอ็ด)

2.4 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีครูผู้สอนจำนวน 179 คน นักการภารโรงจำนวน 26 คน นักเรียนจำนวน 3,290 คน ห้องเรียนทั้งหมด 90 ห้องเรียน

2.5 ปรัชญาของโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

นตฺถิ ปัญญา สมาอาภา (แสงสว่างเสมอด้วยปัญญาไม่มี)

2.6 คำขวัญของโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

เรียนดี กีฬาเก่ง เคร่งวินัย ใฝ่คุณธรรม

2.7 วิสัยทัศน์

โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย เป็นโรงเรียนคุณภาพขั้นของประเทศ เพื่อก้าวสู่ประชาคมอาเซียน (Asean Community) และมาตรฐานสากล (World – Class Standard)

2.8 พันธกิจ

2.8.1 ด้านคุณภาพนักเรียน อบรม สั่งสอน ปลุกฝัง นักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาของชาติ และยกระดับขีดความสามารถ ให้สามารถแข่งขันได้ในประชาคมอาเซียน เพื่อมุ่งสู่ความเป็นมาตรฐานสากล

2.8.2 ด้านกระบวนการส่งเสริมการเรียนการสอนและการบริหารจัดการ ส่งเสริมและพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอน และการบริหารจัดการให้มีคุณภาพเทียบเคียงมาตรฐานสากล

2.8.3 ด้านปัจจัยสนับสนุน สร้างเครือข่ายความร่วมมือ ระดมสรรพกำลัง และทรัพยากรจากทุกภาคส่วน เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนและการบริหารจัดการทุกด้านให้มีความพร้อมเพียงพอ และเหมาะสมต่อการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพมาตรฐานสากล

2.9 เป้าหมาย

2.9.1 ด้านคุณภาพนักเรียน

2.9.1.1 นักเรียนมีความรู้ สูงกว่ามาตรฐานระดับชาติ สามารถเข้าแข่งขันในระดับอาเซียนและก้าวสู่มาตรฐานสากล

2.9.1.2 นักเรียนมีคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของชาติ มีจิตวิญญาณของความเป็นประชาคมอาเซียน (Asean People) และคุณลักษณะของความเป็นพลโลก (World Citizen)

2.9.1.3 นักเรียนมีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรียภาพทางด้านศิลปะ ดนตรี กีฬา สามารถปรับตัวและดำรงชีวิตอยู่ในสังคมไทย ประชาคมอาเซียน และสมาคมโลกได้อย่างมีความสุข

## 2.9.2 ด้านกระบวนการส่งเสริมการเรียนการสอนและการบริหารจัดการ

2.9.2.1 โรงเรียนมีการพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการสอนให้เทียบเคียงมาตรฐานสากล

2.9.2.2 โรงเรียนมีกระบวนการพัฒนาการบริหารจัดการเทียบเคียงมาตรฐานสากล

## 2.9.3 ด้านปัจจัยสนับสนุน

2.9.3.1 โรงเรียนมีครูจำนวนเพียงพอ สอนตรงตามสาขาวิชา มีความรู้ความสามารถ จรรยาบรรณวิชาชีพที่เหมาะสมกับการเป็นครูยุคใหม่

2.9.3.2 โรงเรียนมีงบประมาณเพียงพอ สำหรับการพัฒนาคุณภาพเพื่อสร้างความเป็นเลิศและเป็นโรงเรียนคุณภาพชั้นนำของประเทศและมีงบประมาณเหมาะสมให้สามารถแข่งขันได้ในประชาคมอาเซียนและยกระดับสู่มาตรฐานสากล

2.9.3.3 โรงเรียนมีสื่อการเรียนการสอน เทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) และแหล่งเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้

2.9.3.4 โรงเรียนมีอาคารสถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกเพียงพอ มีบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่สะอาด ร่มรื่นสดชื่น และสวยงาม

2.9.3.5 โรงเรียนมีเครือข่ายความร่วมมือทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อระดมสรรพกำลังจากองค์กรต่าง ๆ ทุกภาคส่วน เพื่อร่วมกันส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพการศึกษา

## การวิจัยปฏิบัติการ

### 1. วิวัฒนาการของการวิจัยปฏิบัติการ

นักวิชาการทางการศึกษาได้ให้ความหมายของวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ดังนี้ Corey (1954) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การวิจัยปฏิบัติการเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยพยายามจะศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างความถูกต้องรวมทั้งประเมินผลการตัดสินใจ

Kemmis (Kemmis, 1988 อ้างถึงใน ภัทธราพร เกษสังข์, 2559) กล่าวถึงการวิจัยปฏิบัติการไว้ว่า เป็นการวิจัยรูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ไม่ได้แตกต่างไปจากการวิจัยอื่นในเชิงเทคนิค แต่แตกต่างกันในด้านวิธีการ วิธีการของการวิจัยปฏิบัติการ คือ การทำงานที่สะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเองที่เป็นวงจรแบบเกลียว (Spiral of self-reflection) โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนการวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนกลับ (Reflecting) ซึ่ง

จำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการสะท้อนกลับของการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

Kemmis & McTaggart (1990) ได้กล่าวว่าการวิจัยปฏิบัติการเป็นรูปแบบของวิธีการศึกษาค้นคว้า การสะท้อนตนเองภายใต้การมีส่วนร่วมในสถานการณ์ทางสังคม หรือปฏิบัติทางการศึกษา เพื่อให้เข้าใจการปฏิบัติงานและสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง กลุ่มผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องอาจจะเป็นครู นักเรียน ผู้อำนวยการ ผู้ปกครอง และคณะกรรมการสถานศึกษา วิธีการที่เป็นการวิจัยปฏิบัติการเมื่อมีความร่วมมือของทุกกลุ่มที่ร่วมพิจารณาการปฏิบัติงานของตนเองและกลุ่ม

Mills (2003) ได้ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการว่า เป็นการสืบเสาะอย่างเป็นระบบที่ดำเนินการโดยครูที่เป็นนักวิจัย ผู้อำนวยการ ที่ปรึกษาของโรงเรียน ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ได้สารสนเทศว่าจะจัดกระทำอย่างไร โดยให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการทำการสอนอย่างไรและทำอย่างไรให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้ดีที่สุด ข้อมูลสารสนเทศนำไปสู่เป้าหมายที่ชัดเจน การปฏิบัติที่สะท้อนผลการพัฒนา ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย การนิยามขอบเขตที่ต้องการศึกษา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์แปรผลข้อมูล และพัฒนาแผนการปฏิบัติงาน

ประวิต เอราวรรณ์ (2545) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการเป็นกระบวนการที่ศึกษาค้นคว้าร่วมกันอย่างเป็นระบบของกลุ่มผู้วิจัย เพื่อทำความเข้าใจปัญหาหรือข้อสงสัยที่กำลังเผชิญอยู่และให้ได้แนวทางปฏิบัติหรือวิธีการแก้ไขปรับปรุงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น ซึ่งถ้ากล่าวในบริบทของโรงเรียน เป็นการวิจัยที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนและโรงเรียน โดยครูผู้สอนปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเอง จากการหาข้อสรุป การสะท้อนตนเอง เพื่อแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ รวมทั้งการใช้ความเข้าใจและมโนทัศน์ของตนเองมากกว่าผู้เชี่ยวชาญ นั่นคือการวิจัยปฏิบัติการจึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้ใช้ความสามารถหรือควบคุมสภาพการณ์ที่เป็นอยู่ด้วยตนเอง

กิตติพร ปัญญาภิบาล (2549) กล่าวถึงการวิจัยปฏิบัติการว่า เป็นการศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบถึงการปฏิบัติงานของผู้วิจัยเองเพื่อเข้าใจดีขึ้นหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับงานที่ทำอยู่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ซึ่งได้จากการรวบรวมการร่วมมือ การสะท้อนตนเอง และการใช้วิจารณญาณประกอบภายใต้กรอบจรรยาบรรณที่ยอมรับ

ภัทรพร เกษสังข์ (2559) ได้ให้ความหมายของการวิจัยปฏิบัติการว่า การศึกษาค้นคว้าหาวิธีการ เพื่อแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบที่สอดคล้องกับสภาพการปฏิบัติงานไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานในหน่วยงาน องค์กร ชุมชน หรือสถานการศึกษา โดยนำไปทดลองปฏิบัติจริง พร้อมทั้งสังเกต และสะท้อนผลที่ได้ดำเนินการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามวงจรพัฒนาจนสำเร็จเป็นไปตามที่ต้องการ โดยที่ขั้นตอนการปฏิบัติต้องมีความร่วมมือกันของทุกฝ่ายจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

จากความหมายการวิจัยปฏิบัติการ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยปฏิบัติการ คือ การค้นคว้าของครูผู้สอนที่เป็นผู้ปฏิบัติงานจริงในชั้นเรียนขณะนั้น เพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหา ปรับปรุง

และพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพ โดยเริ่มจากศึกษา ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา เพื่อวางแผนการแก้ปัญหา ใช้วิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา บันทึก รายละเอียดผลการปฏิบัติการ สรุปและเสนอผลของการแก้ปัญหา และนำปัญหาที่ไม่พึงประสงค์มา ปรับปรุงแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

## 2. ลักษณะของการวิจัยปฏิบัติการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้สรุปลักษณะการวิจัยปฏิบัติการ ดังนี้

1. การวิจัยปฏิบัติการเป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (Participation and collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีส่วนสำคัญและมีบทบาทเท่าเทียมกัน ในทุกระบวนการของการวิจัย ทั้งการเสนอความคิดเชิงทฤษฎี การปฏิบัติ ตลอดจนการวางนโยบาย การวิจัย
2. เน้นการปฏิบัติการ (Action orientation) การวิจัยนี้ไม่ใช้การปฏิบัติงานแบบเดิม ๆ แต่เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา
3. เน้นการวิเคราะห์วิจารณ์งาน (Critical function) กวีวิเคราะห์การปฏิบัติอย่าง ลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้ จะนำไปสู่การตัดสินใจที่สมเหตุสมผลเพื่อการปรับแผนการปฏิบัติการ
4. ใช้วงจรการปฏิบัติการ (Action research spiral) คือ การวางแผน (Planning) ตลอดจนการปรับปรุงผล (Re-planning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรต่อไปจนกว่าจะได้รูปแบบของการ ปฏิบัติงานที่เป็นที่พึงพอใจ และเผยแพร่ผลการปฏิบัติสู่สังคมต่อไป

Lodico, M.G., Spaulding, D.T., & Voegtler (2006) ได้อธิบายคุณลักษณะพื้นฐานทุก ประเภทของการวิจัยปฏิบัติการประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. การวิจัยปฏิบัติการเป็นการดำเนินงานของผู้ปฏิบัติงานในฐานะนักวิจัยและเป็นผู้ ปฏิบัติส่วนหนึ่งในการวิจัย ซึ่งสามารถกระทำได้ในชั้นเรียน โรงเรียน ท้องถิ่นชุมชน สถานการณ์ของ การทำวิจัยที่สามารถกระทำได้ถ้าเกิดจากการรับรู้ของบุคคลภายใน ทำให้มั่นใจว่าการวิจัยนี้มีพื้นฐาน มาจากสภาพจริงของการปฏิบัติทางการศึกษา
2. การวิจัยปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับความร่วมมือกับนักการศึกษาอื่น ๆ และบุคลากร ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางการศึกษา ผู้ปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยปฏิบัติการที่ทำงานกับบุคคล อื่น ๆ ในโรงเรียน คณะครู นักจิตวิทยา ที่ปรึกษาสมาชิก หรือผู้บริหารสถานศึกษา นักเรียน ผู้ปกครอง และสมาชิกของชุมชน ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิจัยปฏิบัติการในการให้ข้อมูล ซึ่งส่วนใหญ่ เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ บุคลากรต่าง ๆ ให้ข้อมูลที่หลากหลายเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของการวิจัย ทำให้เกิดความสมดุลของบทบาททั้งผู้ที่มีส่วนร่วมและนักวิจัย แม้ว่าการวิจัยปฏิบัติการจะเน้นที่การ ปฏิบัติของนักวิจัย ซึ่งสามารถดำเนินงานอย่างเป็นอิสระ นักวิจัยสามารถประเมินการพัฒนาหรือเก็บ รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

3. การวิจัยปฏิบัติการมีจุดเน้นของการปฏิบัติเพื่อเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงทางการศึกษา การวิจัยปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติเพื่อเปลี่ยนแปลงนักเรียน นโยบายของสถานศึกษา หรือค้นหาการเปลี่ยนแปลงบางสิ่งเกี่ยวกับบทบาทของผู้ปกครอง

4. การวิจัยปฏิบัติการเป็นการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องและประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสะท้อนผล และการปฏิบัติ เพราะฉะนั้นการวิจัยปฏิบัติการเป็นนักการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของการปฏิบัติงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง และนักวิจัยที่ดีต้องสร้างองค์ความรู้เพิ่มขึ้น ในการวิจัยปฏิบัติการเป็นบทเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ในช่วงแรก ต่อจากนั้นจะนำไปสู่คำถามใหม่ เพื่อปฏิบัติงานให้ดีที่สุดหรือเป็นเหตุผลของปัญหาใหม่ ดังนั้น นักวิจัยปฏิบัติการจึงรวมถึงการปฏิบัติการเก็บรวบรวมข้อมูล การสะท้อนผล และการทดลองปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มหรือปรับปรุงการปฏิบัติ เรื่องนั้นให้ดียิ่งขึ้น

### 3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยปฏิบัติการ

Lewin (1946) ได้แสดงรูปแบบพื้นฐานของวิจัยปฏิบัติการ บรรยายเกลียวสว่าน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการวางแผน (Planning) เป็นโครงสร้างของการปฏิบัติการและนิยามปฏิบัติการตามที่คาดหวัง เพื่อสู่การทดลองปฏิบัติการกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ (Activity) เป็นการนำแผนไปสู่การปฏิบัติ ซึ่งการปฏิบัติ นั้นสามารถเคลื่อนไหวยืดหยุ่น เป็นวัฏจักรตามข้อกำหนดที่เกิดจากการตัดสินใจ

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observing) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลผลที่เกิดขึ้น เพื่อศึกษาผลของการปฏิบัติ การสังเกตดำเนินการไปตามแผนปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องละเอียดรอบคอบ หลากหลายครอบคลุมทุกประเด็นที่สำคัญ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการสะท้อนผล (Reflecting) เป็นการค้นหา ความคิดของ กระบวนการ ปัญหา ประเด็นและวิธีการที่ปรากฏโดยตรงจากการปฏิบัติว่ามีอะไรเกิดขึ้น

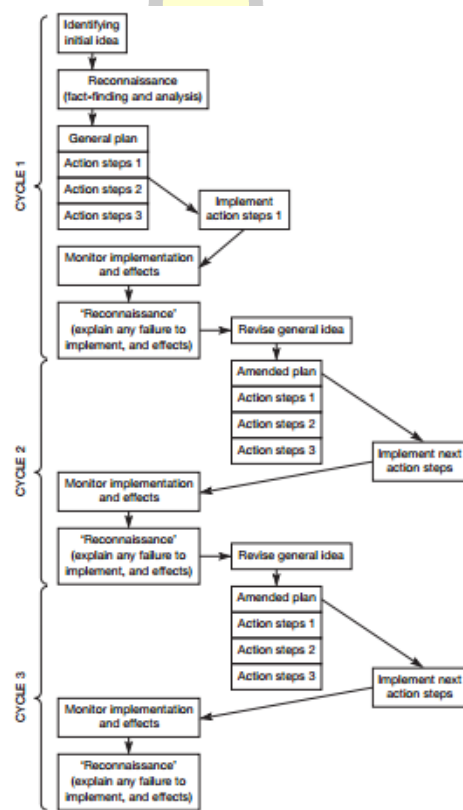
Elliott (1978) ได้ประยุกต์กระบวนการของ Lewin ซึ่งขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการ เริ่มต้นด้วยการให้ผู้วิจัยกำหนดความคิดทั่วไป แล้วสำรวจสภาพการณ์อีกครั้งเพื่อนำไปปรับเปลี่ยนความคิดเพื่อเริ่มวงจรใหม่ ซึ่งความคิดทั่วไปเป็นสิ่งที่บ่งชี้ถึงความก้าวหน้าของการปฏิบัติ ส่วนการสำรวจสภาพการณ์เบื้องต้นเป็นการแสวงหาข้อเท็จจริง และการปฏิบัติตามแผนคือกระบวนการที่ต้องดำเนินการต่อ ๆ ไป โดยมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนงานทั่วไป (General plan) เป็นขั้นตอนที่นักวิจัยรับรู้ ปัญหา และสำรวจผลการปฏิบัติงาน เพื่อทำความเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน และวางแผนที่จะใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การปฏิบัติการ (Action) ในขั้นตอนนี้ นักวิจัยลงมือดำเนินการตาม แผนงานที่กำหนดไว้ โดยการใช้อยุทธวิธีต่าง ๆ ที่นักวิจัยเชื่อว่าจะแก้ปัญหาได้ในการดำเนินงาน ขั้นตอนนี้การปฏิบัติกรนี้จัดว่าเป็นหัวใจสำคัญของการวิจัยปฏิบัติการ และชื่อของการวิจัยปฏิบัติการ ได้มาจากกิจกรรมหลักในขั้นตอนนี้

ขั้นตอนที่ 3 การติดตามกำกับผลการดำเนินงานโดยการสังเกต (Monitoring the implementation by observation) ในขั้นตอนนี้ นักวิจัยสังเกตและบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสภาพและ ผลการปฏิบัติงานระหว่างการดำเนินงานและหลังการดำเนินงานตามแผนงานที่กำหนดไว้ การ ดำเนินงานในขั้นตอนนี้ต้องใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตอย่างมีระบบเพื่อให้ได้สารสนเทศ ครบถ้วนและเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

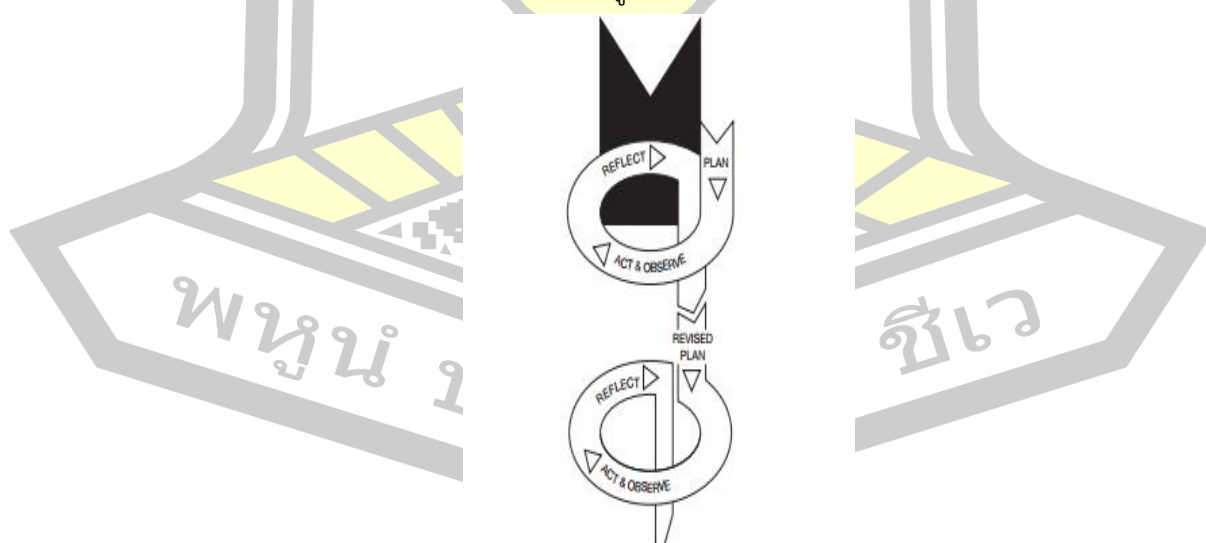
ขั้นตอนที่ 4 การคิดไตร่ตรอง และการทบทวนแก้ไข (Reflection and revision) ใน ขั้นตอนนี้ นักวิจัยนำผลการดำเนินงานที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาพิจารณาไตร่ตรองหากผลปฏิบัติงานยังไม่บรรลุเป้าหมาย นักวิจัยแสวงหาวิธีการหรือยุทธวิธีใหม่มาปรับปรุงการปฏิบัติงานและเริ่มต้น ดำเนินงานตามวงจรการวิจัยในรอบใหม่ การดำเนินการจะมีกิจกรรมซ้ำตามกิจกรรมในวงจรการวิจัย เดิมแต่สาระและผลของการดำเนินงานจะแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 รูปแบบวงจรการวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิด Elliott

Kemmis and McTaggart (Kemmis and McTaggart, 1988 อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2561) ได้ปรับขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการของ Lewin โดยเห็นว่าการวิจัยปฏิบัติการคือ การวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือกันเป็นหมู่คณะ จะกระทำคนเดียวไม่ได้ เพราะการกระทำ เพียงคนเดียวถึงแม้จะเกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ก็จะทำลายพลังการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากกลุ่ม ดังนั้น ขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการจึงต้องกำหนดจุดร่วมและความสนใจร่วมกัน เมื่อได้จุดร่วมและความสนใจ ร่วมกันแล้วก็จะนำไปสู่การปฏิบัติที่สำคัญ 4 ประการ ที่เกี่ยวข้องกันเป็นวงจรดังนี้

1. การพัฒนาแผนการปฏิบัติเพื่อปรับปรุงสิ่งที่ปัญหา เป็นการวางแผนที่มี โครงสร้างและแนวทางที่ชัดเจน แต่ควรมีความยืดหยุ่น การปฏิบัติจะดำเนินตามแนวที่ได้วางแผนไว้ อย่างมีเหตุผล มีการควบคุมอย่างสมบูรณ์ และคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอนาคต เพราะ อาจส่งผลกระทบต่อแผนการที่กำหนดไว้ได้
2. การปฏิบัติตามแผน เป็นการดำเนินการตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้อย่างละเอียด รอบคอบ และมีการควบคุมอย่างเคร่งครัด
3. การสังเกตผลการปฏิบัติ เป็นการบันทึกข้อมูล หลักฐาน หรือร่องรอยต่าง ๆ อย่าง มีวิจารณ์ญาณเกี่ยวกับผลที่ได้จากการปฏิบัติ โดยอาจใช้วิธีการและเครื่องมือวัดแบบต่าง ๆ เข้ามา ช่วยซึ่งสารสนเทศจากการสังเกตนี้จะนำไปสู่การสะท้อนผลและปรับปรุงการปฏิบัติงานอย่างเข้าใจ และเป็นไปในทิศทางที่ควรจะเป็น
4. การสะท้อนผลการปฏิบัติ เป็นกระบวนการทบทวนการปฏิบัติจากการบันทึกที่ได้ จากการสังเกตว่าได้ผลเป็นอย่างไร มีปัญหาหรือข้อขัดแย้งอย่างไร เพื่อจะได้นำข้อมูลเป็นพื้นฐาน ประกอบการวางแผนในวงจรต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปแบบวงจรการวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิด Kemmis and McTaggart

กิตติพร ปัญญาภิญโญผล (2549) ได้กล่าวถึงวงจรการวิจัยปฏิบัติการว่า PAOR นำมาประยุกต์ใช้ระหว่างการศึกษาปฏิบัติงาน โดยเฉพาะครูผู้สอน และได้ประยุกต์จาก Hopkins และ Mills เป็นกระบวนการขั้นพื้นฐานของการวิจัยดังนี้

1. กำหนดปัญหา
  - 1.1 ระบุปัญหาต่าง ๆ ที่พบในชั้นเรียน
  - 1.2 กำหนดปัญหาและสาเหตุที่ครูสามารถแก้ไขได้เอง
  - 1.3 ระบุแนวทางหรือวิธีแก้ปัญห
  - 1.4 กำหนดชื่อเรื่องและวัตถุประสงค์ของการวิจัย
2. ลงมือแก้ไขปัญหตามทีระบุ
3. รวบรวมข้อมูลเป็นระยะ ๆ ในระหว่างการแก้ปัญหทั้งข้อมูลย่อย ๆ และผลรวบยอดที่เกิดจากการแก้ปัญห
4. วิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของข้อมูลทีรวบรวมได้ในข้อ 3
5. สรุปผลทีได้จากข้อ 2, 3 และ 4 ว่าผลการแก้ปัญหเป็นอย่างไร มีข้อมูลและหลักฐานเพียงพอต่อการสรุปและตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย

#### 6. เขียนรายงานวิจัยในชั้นเรียน

จากการศึกษาขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการได้ว่า การวิจัยปฏิบัติการเป็นการแก้ปัญหการจัดการเรียนการสอนทีเกิดขึ้นจริงภายในโรงเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้อ้างอิงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยของ Kemmis and McTaggart (Kemmis and McTaggart, 1988 อ้างถึงใน ประสาท เนืองเฉลิม, 2561) ในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนทีนำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย โดยทำการสำรวจจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาวิธีในการแก้ปัญห

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามทีได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นการติดตามผลปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการปฏิบัติ โดยในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ทีสร้างขึ้นร่วมกับสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทีแสดงออก

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นการสะท้อนแนวคิด และผลทีได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกต ว่าได้ดำเนินงานตามเป้าหมายทีวางแผนไว้หรือไม่เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้และเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงาน เพื่อทีจะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป



## การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

### 1. ความเป็นมาของ Model-Eliciting Activities

ริชาร์ด เลช (Richard Lesh) เป็นศาสตราจารย์ด้านคณิตศาสตร์ศึกษาแห่งมหาวิทยาลัยอินเดียนา เลชมีชื่อเสียงในด้านการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical models) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเรียนรู้ การคิด และการประเมินทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเลชเป็นผู้ที่คิดค้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities โดยมีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่คล้ายกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem base learning)

การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ถูกสร้างขึ้นเมื่อประมาณต้นศตวรรษ 1970 ซึ่งใช้ชื่อว่า Thought-Revealing Activities หรือ Case Study for Kids จากนั้นเปลี่ยนเป็น Model-Eliciting Activities โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่สำคัญ

เลช ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและพัฒนาการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยผ่านการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ เลชได้บัญญัติหลักการในการช่วยให้ครูผู้สอนสามารถใช้ในการพัฒนา MEAs ในชั้นเรียน MEAs สนับสนุนการเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเชิงลึก (Deeper conceptual) ของนักเรียน เลชและคณะได้สร้าง MEAs ชุดต้นแบบขึ้นมา ซึ่งใช้เป็นต้นแบบในการออกแบบและสร้าง MEAs จากนั้นพัฒนา 6 หลักการที่จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบ MEAs ในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งหลักการเหล่านี้มีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนครูผู้สอนในการสร้าง MEAs โดยครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ทำการพัฒนา MEAs ขึ้นมาใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาต่อมาอีกเป็นเวลาร่วมสิบปี

### 2. ความหมายและแนวคิดพื้นฐานของ Model-Eliciting Activities

Lesh (2000) ได้อธิบายว่า กิจกรรมที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ MEAs ได้รับการออกแบบมาเพื่อแสดงให้เห็นว่าการคิดในระหว่างการเรียนรู้ ความรู้พื้นฐาน และการหยั่งรู้ของนักเรียนอย่างชัดเจน และบูรณาการความคิดเหล่านั้น นอกจากนี้ยังพัฒนาความรู้จากนามธรรมไปสู่รูปธรรมมากขึ้นโดยการสร้างต้นแบบเชิงคณิตศาสตร์

Lesh & English (2005) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เป็นกิจกรรมปัญหาที่ถูกออกแบบอย่างชัดเจนเพื่อช่วยนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาในการพัฒนาพื้นฐานการสร้างมโนทัศน์ในเชิงลึก และในระดับที่สูงขึ้นในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ โดยงานที่นักเรียนได้รับมอบหมายแต่ละงานนักเรียนจะต้องตีความสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนในโลกจริง และให้เกิดการพัฒนาสร้างคำอธิบาย กระบวนการ หรือระเบียบวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อตอบสนองความต้องการตามจุดประสงค์ในการตัดสินใจของลูกค้า หรือผู้ที่จะนำไปใช้ เนื่องจากกลุ่มของนักเรียนกำลังผลิตคำ อธิบาย กระบวนการ วิธีการ (แทนที่จะเป็นคำตอบคำเดียว)

วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นงานที่ได้รับมอบหมายจะแสดงให้เห็นถึงวิธีในการคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่ได้รับ

Garfield (2009) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ โดยมีรูปแบบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดค้นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถตรวจสอบกระบวนการหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาของตนเองได้ นักเรียนจะได้รับปัญหาที่เป็นปัญหาปลายเปิดโดยที่ครูผู้สอนเป็นผู้ออกแบบมาเพื่อท้าทายให้นักเรียนได้สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนจากปัญหาในชีวิตจริง

จากการศึกษาความหมายและแนวคิดพื้นฐานของ Model-Eliciting Activities ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า Model-Eliciting Activities คือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างวิธีในการแก้ปัญหา สามารถตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถหาคำตอบร่วมกับผู้อื่นในกลุ่มได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยเป็นสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตจริง ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎีบท บทนิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่าง ๆ มาใช้ในกระบวนการคิดแก้ปัญหาระหว่างสถานการณ์ในชีวิตจริงกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการของตนเอง

### 3. หลักการสำคัญในการออกแบบ Model-Eliciting Activities

MEAs เป็นแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้นักเรียนในระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้พัฒนาแนวคิดรากฐาน และการคิดขั้นสูงในวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการเรียนในระดับที่สูงขึ้น (Lesh, R., M. Hoover, B. Hole, A. Kelly, 2000) แต่ละกิจกรรมที่สร้างขึ้นตามแนวคิด MEAs สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน สามารถพบได้ในสถานการณ์หรือโลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งต้องใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอนหรือวิธีการ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนและสามารถนำรูปแบบที่นักเรียนสร้างไปใช้ในการตัดสินใจได้ในสถานการณ์จริง แทนที่จะเป็นเพียงคำตอบหรือจำนวนที่ตอบเท่านั้น

Lesh (2000) ได้อธิบายหลักการสำคัญในการออกแบบ Model-Eliciting Activities ไว้ 6 หลักการสำคัญ ดังนี้

1) หลักการสร้างรูปแบบ (Model Construction Principle) คือหลักการที่ทำให้มั่นใจว่ากิจกรรมที่มีจำเป็นต้องให้นักเรียนสร้างกระบวนการในการแก้ปัญหา การอธิบายรายละเอียดหรือขั้นตอนการดำเนินการอย่างมีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์ โดยผลลัพธ์ที่ได้สามารถแสดงให้เห็นวิธีการที่นักเรียนใช้ในการตีความจากสถานการณ์ และแสดงให้เห็นถึงชนิดของความสัมพันธ์ในการ

ดำเนินการ และวิธีการที่นักเรียนใช้เชื่อมโยงความรู้เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

2) หลักการของความจริง (The Reality Principle) คือหลักการที่แสดงให้เห็นว่าปัญหาที่ใช้จะต้องมีความหมาย มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียน และมีพื้นฐานของความเป็นจริง หรือมีการแก้ไขข้อมูลเพียงเล็กน้อยเพื่อให้ปัญหาใกล้เคียงกับความเป็นจริง และมีความหมายต่อนักเรียน ซึ่งหลักการนี้ทำให้มั่นใจได้ว่านักเรียนสามารถแปลความหมายกิจกรรมจากระดับที่แตกต่างกันของความสามารถทางคณิตศาสตร์ และความรู้ทั่วไปได้

3) หลักการประเมินตนเอง (The Self-Assessment Principle) คือหลักการที่ทำให้มั่นใจได้ว่ากิจกรรมที่ใช้มีเกณฑ์ที่นักเรียนสามารถระบุ และใช้ในการตรวจสอบแก้ไขวิธีการของนักเรียนเองในขณะที่ดำเนินการแก้ปัญหาได้

4) หลักการจัดการเอกสาร (Model Documentation Principle) คือ นักเรียนสามารถแสดงให้เห็นถึงกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองผ่านการนำเสนอด้วยวิธีการเขียนแสดงวิธีทำ กระบวนการคิดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรม ใบงาน หรือข้อสอบต่าง ๆ ที่จัดเตรียมไว้ให้

5) หลักการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความสามารถและการนำกลับมาใช้ (The Construct Share-Ability and Re-Usability Principle) คือกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้น ซึ่งควรทำให้เป็นวิธีการที่อยู่ในรูปร่างง่าย รูปทั่วไป หรือง่ายต่อการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ และสามารถให้ผู้อื่นใช้งานได้ กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนควรแสดงวิธีการทั่วไปของการคิด แทนการแก้ปัญหาที่เฉพาะเจาะจงสำหรับบริบทเฉพาะเพียงอย่างเดียว

6) หลักการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ (The Effective Prototype Principle) เป็นหลักการที่เพื่อให้แน่ใจว่ากระบวนการแก้ปัญหาจะอยู่ในรูปร่างง่าย มีความเป็นไปได้ และยังมีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์ โดยรูปแบบควรเป็นต้นแบบที่มีประโยชน์หรือเป็นแบบอย่างในการตีความจากสถานการณ์อื่น หรือสามารถนำมาใช้ใหม่ได้ในสถานการณ์ใกล้เคียง ครูผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมที่หลีกเลี่ยงการคำนวณที่ซับซ้อนหรือ หลายขั้นตอน และหลีกเลี่ยงการแก้ปัญหาในเรื่องของการทำความเข้าใจแนวคิด

ขวัญหทัย พิกุลทอง (2562) ได้อธิบายหลักการสำคัญของ Model-Eliciting Activities ไว้ว่า 6 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1) หลักการสร้างรูปแบบ ปัญหาที่ใช้ในการแก้ปัญหจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสร้างกระบวนการในการแก้ปัญหาได้

2) หลักการของความจริง ปัญหาที่ใช้ในการแก้ปัญหจะต้องมีความหมาย เกี่ยวข้องกับนักเรียน และมีพื้นฐานของความเป็นจริง

3) หลักการประเมินตนเอง นักเรียนมีความสามารถในการประเมินตนเองในขณะแก้ปัญหาได้

4) หลักการอธิบายในรูปแบบเอกสาร นักเรียนแสดงให้เห็นว่ากระบวนการคิดในการแก้ปัญหาในรูปแบบของใบกิจกรรม ใบงาน และแบบทดสอบ

5) หลักการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางความสามารถและการนำกลับมาใช้ การแก้ปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นควรทำให้เป็นปัญหาในรูปแบบที่ง่าย รูปทั่วไป ที่สามารถทำให้อื่นนำไปปรับใช้ได้

6) หลักการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ การสร้างตัวแบบควรเป็นต้นแบบที่มีความเป็นไปได้ในการตีความในสถานการณ์ต่าง ๆ และมีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาหลักการสำคัญในการออกแบบ Model-Eliciting Activities ผู้วิจัยได้อ้างอิงหลักการสำคัญในการออกแบบ Model-Eliciting Activities (MEAs) ของ (Lesh, R., M. Hoover, B. Hole, A. Kelly, 2000) ซึ่งมีหลักการสำคัญในออกแบบ 6 หลักการ ดังนี้

1. หลักการสร้างรูปแบบ คือหลักการที่นักเรียนสามารถสร้างกระบวนการในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถใช้วิธีการในการตีความจากสถานการณ์หรือวิธีการในการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างสถานการณ์ปัญหากับการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์

2. หลักการของความจริง คือหลักการที่แสดงให้เห็นว่าสถานการณ์ปัญหาที่ใช้จะต้องมีความเกี่ยวข้องกับนักเรียน และมีพื้นฐานของความเป็นจริง

3. หลักการประเมินตนเอง คือหลักการที่นักเรียนสามารถตรวจสอบแก้ไขวิธีการในขณะดำเนินการแก้ปัญหาได้เอง

4. หลักการจัดการเอกสาร คือหลักการที่นักเรียนสามารถนำเสนอวิธีการคิดของตนเองผ่านการเขียนแสดงวิธีทำ กระบวนการคิดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรม ใบงาน หรือแบบทดสอบ

5. หลักการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความสามารถและการนำกลับมาใช้ คือหลักการที่นักเรียนสร้างกระบวนการแก้ปัญหาขึ้นในรูปแบบที่ง่าย รูปทั่วไป หรือง่ายต่อการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ และสามารถให้ผู้อื่นทำความเข้าใจได้ง่าย

6. หลักการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ คือหลักการที่กระบวนการแก้ปัญหาจะอยู่ในรูปแบบที่ง่าย มีความเป็นไปได้ในการตีความในสถานการณ์ต่าง ๆ และยังมีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์

#### 4. ลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities

Chamberlin, S.A. and Moon (2005) ได้อธิบายลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities ไว้ 5 ประการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) Interdisciplinary Nature คือลักษณะการรวมสาขาวิชาตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ทำให้นักเรียนสามารถผสมผสานความรู้จากสาขาวิชาอื่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เนื้อหาพื้นฐานสำคัญ

ของ MEAs คือคณิตศาสตร์ แต่ MEAs ไม่สามารถทำงานได้สมบูรณ์ถ้าขาดการอ่าน เขียน การสื่อสาร การเขียนอธิบาย และความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ หรือฟิสิกส์ เป็นต้น

2) Well-Structured Problems คือปัญหาที่มีโครงสร้างที่ชัดเจน โดยการเรียนรู้ที่ใช้เป็นกระบวนการกลุ่มมีความสำคัญในการสร้างโครงสร้างทางความรู้ (Knowledge construction) เป็นกระบวนการภายในทางปัญญาที่ถูกทำให้สมบูรณ์โดยนักเรียนใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่หลากหลายของสมาชิกในกลุ่มในการแก้ปัญหา

3) Realistic Problems คือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของนักเรียน เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจได้ดีกว่าปัญหาที่ไม่มีบริบทใด ๆ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับงานมากมายที่ได้รับมอบหมายให้แก้ไขปัญหาที่แสดงออกมาเหมือนเป็นจริง แต่ไม่ใช่เรื่องจริง นั่นคือผู้ที่ออกแบบสร้าง MEAs ขึ้นมาต้องอุทิศเวลาเป็นอย่างมากเพื่อให้แน่ใจว่าบริบทของปัญหานั้นเป็นเรื่องจริง โดยทำการทดสอบปฏิบัติการภายใต้เงื่อนไขของการใช้งานจริงกับนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างไม่เป็นทางการก่อนนำมาใช้จริง

4) Metacognitive Coaching คือการฝึกการรู้คิด ซึ่งทำให้ MEAs ดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนจะต้องให้ความช่วยเหลือนักเรียนในรูปแบบของการฝึกให้รู้คิด โดยที่ครูผู้สอนจะสอนนักเรียนจากการตั้งคำถามมากกว่าตอบคำถาม เช่นเมื่อนักเรียนถามถึงวิธีการแก้ปัญหาว่าทำถูกต้องแล้วหรือไม่ ครูผู้สอนควรใช้คำถามที่ให้นักเรียนตรวจสอบด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลตามหลักการประเมินตนเอง การเป็นครูผู้สอนฝึกการรู้คิด ครูผู้สอนจะต้องตอบคำถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นถึงคำตอบที่ผิด และความหลากหลายของคำตอบที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามวิธีการที่ถูกต้องก็ไม่ใช่หลักสำคัญของการฝึกการรู้คิดแต่จะเป็นกระบวนการที่นักเรียนได้กลับมาไตร่ตรองถึงวิธีการคิดของตนเอง

5) Explication of Student Thinking คือการอธิบายความคิดของนักเรียนอย่างละเอียดตามกระบวนการของ MEAs จะเปิดโอกาสที่ดีให้กับครูในการตรวจสอบความคิดของนักเรียนจากหลักการประเมินตนเอง และหลักการจัดการเอกสาร ซึ่งสามารถดึงข้อมูล กระบวนการทางความคิดของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากได้รับข้อมูลตามสภาพจริงนี้แล้ว ครูผู้สอนสามารถนำไปออกแบบการเรียนการสอนต่อได้ ดังนั้น MEAs จึงนับว่าเป็นเครื่องมือการประเมินที่มีประสิทธิภาพอย่างมาก

##### 5. ลักษณะการเรียนรู้ของ Model-Eliciting Activities

Kaufman (1989) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการของ MEAs ในวิชาคณิตศาสตร์ การศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลลัพธ์ที่น่าสนใจโดยจะแสดงให้เห็นว่าผลการศึกษา และผลทางด้านอารมณ์ในเชิงบวก นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้

โดยใช้หลักการ MEAs เป็นวิธีการสอนที่คล้ายคลึงกันมาก เช่น การทำงานเป็นกลุ่ม ปัญหาที่ใช้ในสถานการณ์ที่เสมือนจริง ฯลฯ

Chamberlin, S.A. and Moon (2008) ได้อธิบายลักษณะของ MEAs ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ MEAs จะเน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเปลี่ยนปัญหาที่ได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้อยู่ในรูปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างตนเองกับผู้อื่น ซึ่งครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะเป็นผู้ที่ประเมินตนเองว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่อย่างไร โดยนำไปเปรียบเทียบกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของผู้อื่น และมีการประเมินผลอีกครั้งโดยการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน และสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยให้นักเรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเองเป็นรายบุคคลอีกครั้งภายหลังจบกระบวนการจัดการเรียนรู้ในคาบเรียน

#### 6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด Model-Eliciting Activities

โชว์วอลเตอร์ (Showalter, 2008 อ้างถึงใน วิหาร์ เลิศสมิตพร, 2560) ได้อธิบายการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ไปใช้ในห้องเรียน ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1) จัดเตรียมบทความจากหนังสือพิมพ์ให้นักเรียน ซึ่งครูผู้สอนจะเป็นผู้อ่านบทความให้นักเรียนฟัง และให้นักเรียนเน้นข้อความที่สำคัญ หลังจากครูผู้สอนอ่านจบแต่ละย่อหน้า หลังจากนั้นอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลในย่อหน้านั้น ๆ ระหว่างครูผู้สอนและนักเรียน

2) หลังจากอ่านบทความเสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยครูผู้สอนจัดกลุ่มให้กับนักเรียนซึ่งแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แล้วร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับคำตอบ

3) นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มร่วมกัน ในการจัดการปัญหาจากบทความปัญหา และรวบรวมข้อมูลที่ได้จากบริบทปัญหา แล้วจึงออกแบบโมเดลที่จำเป็นต้องใช้สำหรับบริบทของปัญหา ครูผู้สอนมีหน้าที่คอยช่วยเหลือ และสังเกตการณ์นักเรียน โดยถามคำถาม และแสดงความคิดเห็นเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เมื่อนักเรียนทำงานเสร็จแล้ว ครูผู้สอนจะให้นักเรียนบรรยายเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ และรูปแบบโมเดลที่นักเรียนต้องสร้างในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4) นำเรียนออกมานำเสนอผลงานที่ละกลุ่ม

5) นักเรียนประเมินผลงานของกลุ่มตนเองตามเกณฑ์ดังนี้ 1) โมเดลที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ที่จะนำไปใช้ในบริบทของปัญหาหรือไม่ 2) โมเดลที่สร้างขึ้นง่ายต่อ

การทำความเข้าใจและการนำไปใช้ของผู้อื่นหรือไม่ 3) หลังจากปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว สามารถนำโมเดลนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความเหมือนกันหรือไม่

6) ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนนำโมเดลกลับไปแก้ไขปรับปรุง หลังจากที่ได้ประเมินตนเองและคำแนะนำจากครูผู้สอน

Stohlmann (2013) ได้อธิบายการนำ Model-Eliciting Activities ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน มีรายละเอียดดังนี้

1) อ่านบทความและตอบคำถามเตรียมความพร้อม คือ ขั้นตอนที่นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจกับบทความจากหนังสือพิมพ์ หรือเรื่องราวที่สร้างขึ้นโดยอ้างอิงจากเรื่องจริง จากนั้นตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในบทความ โดยทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาและนึกถึงความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

2) จัดการสถานการณ์ปัญหา คือ ขั้นตอนที่แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3-5 คน แล้วอ่านคำชี้แจงปัญหาพร้อมข้อมูลสำคัญประกอบ ซึ่งสถานการณ์ปัญหาจะบอกสิ่งที่นักเรียนต้องพิจารณา คือ องค์ประกอบสำคัญของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบ รวมถึงแบบรูปและกฎที่ใช้กับความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบนั้น โดยครูผู้สอนจะให้นักเรียนปรึกษาและร่วมกันคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาในกลุ่มของตนเอง และคอยให้ความช่วยเหลือนักเรียนด้วยการตอบคำถามที่นักเรียนสงสัยแล้วให้นักเรียนคิดหาแนวทางในการหาคำตอบของกลุ่มพวกเขาเอง โดยหลีกเลี่ยงการถามหรือการแสดงความคิดเห็นที่ชี้นำนักเรียนไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและให้นักเรียนสังเกต ศึกษาวิธีการที่นักเรียนคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหา

3) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา คือ ขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแนวทางที่ร่วมกันคิดในการแก้ปัญหามาเขียนวิธีในการแก้ปัญหาในรูปแบบเอกสาร เสร็จแล้วออกมาแนะนำหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหรือเหมือนกัน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และประสิทธิผลของวิธีการตอบสนองต่อความต้องการในสถานการณ์มากที่สุด หลังจากนั้นครูผู้สอนจะใช้คำถามที่เกี่ยวกับวิธีในการแก้ปัญหา โดยที่ผู้อื่นสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความคล้ายกันได้หรือไม่

4) ประเมินผล คือ ขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอเสร็จแล้ว ครูผู้สอนจะให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อนมีความเหมาะสมและตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่ พร้อมให้เหตุผล หลังจากนั้นนักเรียนจึงประเมินผลงานของกลุ่มตนเอง มีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขอีกหรือไม่ อย่างไร โดยอธิบาย และให้นักเรียนประเมินความรู้ของกลุ่มของตนเอง และนักเรียนประเมินความรู้ ทักษะ และกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสร้างวิธีในการแก้ปัญหา

ขวัญหทัย พิกุลทอง (2561) ได้อธิบายขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Model-Eliciting Activities ไว้ว่า 6 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างความรู้ กระตุ้นความสนใจ คือขั้นตอนการกระตุ้นความสนใจ เพื่อเชื่อมโยงความสนใจ ความสงสัย กับสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ซึ่งเป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือการเชื่อมโยงปัญหาในบริบทจริงสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ตระหนักคิดในการแก้ปัญหา คือขั้นตอนการวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม ซึ่งพิจารณาถึงวิธีการความรู้ และการเชื่อมโยงความรู้อื่น ๆ เพื่อสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์ตลอดจนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือขั้นตอนการลงมือดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือเป็นกลุ่ม ภายใต้การแนะนำของครูผู้สอน โดยการแสดงออกทางการคิดในการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรม ใบงาน และแบบทดสอบ

ขั้นตอนที่ 4 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ คือขั้นตอนการอภิปรายและการสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาระหว่างนักเรียนกับนักเรียน เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาของเพื่อน ภายใต้การควบคุมดูแลของครูผู้สอน

ขั้นตอนที่ 5 ประเมินผลเพื่อพัฒนา คือขั้นตอนการประเมินผลเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของตนเองเพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

ขั้นตอนที่ 6 ฝึกทักษะ ขยายความรู้ คือขั้นตอนการฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหา และขยายความรู้ ความสามารถไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการอื่น หรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีบริบทที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด Model-Eliciting Activities ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้อ้างอิงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยของ Stohlmann (Stohlmann, 2013) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ขั้นตอนที่ 1 อ่านสถานการณ์สั้นๆ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์สั้นๆ ให้นักเรียนได้อ่านทำความเข้าใจ โดยทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา และนึกถึงความรู้ทักษะที่เกี่ยวข้อง
- 2) ขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนจัดกลุ่มให้นักเรียน โดยลดความสามารถของนักเรียนที่เรียนเก่ง นักเรียนที่เรียนปานกลาง และนักเรียนที่เรียนอ่อน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน โดยสถานการณ์ปัญหาจะระบุถึงสิ่งที่นักเรียนจะต้องพิจารณา คือองค์ประกอบสำคัญและวิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบ รวมถึง ทฤษฎีบท บทนิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันและการ



ดำเนินการขององค์ประกอบนั้น โดยครูผู้สอนจะให้นักเรียนปรึกษาและร่วมกันคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาในกลุ่มของตนเอง และเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน

3) ขั้นตอนที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบเอกสารแล้ว จากนั้นนักเรียนออกมานำเสนอวิธีนั้นหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาที่มีวิธีที่แตกต่างกันหรือเหมือนกัน โดยครูผู้สอนจะใช้คำถามเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหานักเรียนว่าถ่ายทอดความเข้าใจของผู้อื่น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร โดยอธิบาย

4) ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหากลุ่มของตนเองและกลุ่มเพื่อน ว่ามีความเหมาะสม ตรงกับความต้องการของโจทย์ปัญหา และมีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ โดยให้นักเรียนอธิบาย หลังจากนั้นให้นักเรียนประเมินความรู้กลุ่มของตนเอง และประเมินความรู้ ทักษะ และวิธีการที่นักเรียนสร้างขึ้นมามีใช้ในการแก้ปัญหา

### เทคนิคการใช้ผังกราฟิก (Graphic organizers)

#### 1. ความหมายของผังกราฟิก

ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของผังกราฟิก ที่มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของผังกราฟิก โดยมีรายละเอียด ดังนี้

Clarke (1991) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกเป็นรูปแบบของความคิดที่ผู้สอนหรือผู้เรียนสร้างขึ้นเพื่อแสดงความคิด ความเข้าใจในรูปแบบที่เป็นรูปธรรม ว่าผู้เรียนกำลังคิดอะไรจากการอ่านเนื้อหาวิชา

Braselton & Decker (1994) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกสามารถนำเสนอแนวคิดแบบข้อความแบบกราฟิก เป็นเครื่องมือการเรียนการสอนที่สามารถช่วยให้นักเรียนในการจัดระเบียบโครงสร้างของข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวกับแนวคิดอื่น ๆ เพื่ออธิบายความรู้เดิมของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่จากการอ่านข้อความต่าง ๆ ซึ่งมีภาพประกอบที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนของหน่วยการเรียนรู้ต่าง ๆ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกเป็นรูปแบบของการสื่อสาร เพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูลหรือความรู้ที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ เข้าใจง่าย กระชับ ชัดเจน ผังกราฟิกได้จากการนำเสนอข้อมูลดิบหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาทำการจัดกระทำข้อมูล โดยต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การใช้ตัวเลข (ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย) การสร้างแบบแผน การวิเคราะห์

จากนั้นจึงมีการเลือกผังกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ ตามที่ผู้นำเสนอต้องการ

ทิพรรัตน์ สัตระ, (2550) ได้กล่าวไว้ว่า ผังกราฟิกเป็นรูปแบบของการสื่อสาร โดยนำเอา ข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ ที่ต้องผ่านกระบวนการคิดโดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับ ความรู้เดิม และสร้างความหมาย ความเข้าใจเนื้อหา หรือข้อมูล จะทำให้การจดจำในสิ่งที่เรียนรู้ได้ นานขึ้น

ทศนา แคมมณี (2553) ได้อธิบายผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกเป็นแผนผังทางความคิด ซึ่ง ประกอบด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้าง ของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ การใช้แผนผังกราฟิกเป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการ เรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และจดจำได้นาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเนื้อหาสาระหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนประมวลมานั้นอยู่ใน ลักษณะกระจัดกระจาย ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนจัดข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นระบบ ระเบียบ อยู่ในรูปแบบที่อธิบายให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย ในหลายกรณีที่ผู้เรียนมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์หรือสร้างความคิดขึ้น ผังกราฟิกยังเป็นเครื่องมือทางการคิดได้ดี เนื่องจากการสร้าง ความคิดซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมอยู่ในสมอง จำเป็นต้องมีการแสดงออกมาให้เห็นเป็นรูปธรรม ผัง กราฟิกเป็นรูปแบบของการแสดงออกทางความคิดที่สามารถมองเห็นและอธิบายได้อย่างเป็นระบบ ชัดเจนและประหยัดเวลาด้วย

ฉัตรिया เลิศวิชา (2557) ได้กล่าวไว้ว่า ผังกราฟิกได้มาจากการนำข้อมูลดิบหรือความรู้ จากแหล่งต่าง ๆ มาจัดกระทำข้อมูลโดยใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การจัด ประเภท เป็นต้น ซึ่งผังกราฟิก ทำหน้าที่ช่วยจัดการกับเนื้อหา ข้อมูลและความคิดที่นักเรียนมีอยู่ใน สมอง เป็นเครื่องมือจัดระบบความคิด โดยใช้เส้นวาดเข้าช่วย ในรูปแบบของตาราง (Table) แผนภาพ (Picture) แผนภูมิ (Chart) เส้นเวลา (Timeline) แผนผังและเส้นโยง (Diagram and Flowchart) รูปพีระมิด (Pyramid) เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้และข้อมูลจากความคิดใน สมอง มาจัดวางได้อย่างเป็นระบบตามรูปแบบต่าง ๆ มีลักษณะเด่นในการเก็บข้อมูล ความคิด ข้อเท็จจริง เป็นแบบแผนแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงอย่างชัดเจน

จากการศึกษาความหมายของผังกราฟิกที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผังกราฟิก เป็นผังที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระได้เร็วขึ้นและจดจำได้นาน และช่วยให้ผู้เรียนจัดข้อมูล หรือความคิดได้เป็นระบบระเบียบมากยิ่งขึ้น

## 2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผังกราฟิก

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิกมีฐานคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความ หมาย (Meaningful learning theory) ของออสซูเบล (Ausubel, 1969) ที่มีความเชื่อว่า การ

เรียนรู้จะมีความหมาย เมื่อสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรีเรียนรู้กับความรู้เดิมได้ และสร้างความหมาย ความเข้าใจเนื้อหาสาระหรือข้อมูลที่ได้เรียนรู้และทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งมีจุดเริ่มต้น 2 ประการ คือ 1) ข้อตกลงเบื้องต้น เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ ที่ต้องมีความชัดเจนและเป็นการจัดระบบของความรู้ของผู้เรียนที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ ข้อเท็จจริง ข้อมูลที่มีอยู่ในช่วงเวลาของโครงสร้างทางปัญญา และ 2) ธรรมชาติของสิ่งที่จะเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถนำไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม โดยการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ในสิ่งที่จะเรียนรู้ ต้องมีลักษณะไม่เปลี่ยนแปลง (Substantiveness) และสิ่งใหม่ที่จะเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้ความรู้เดิมมาอธิบายได้อย่างมีหลักเกณฑ์ (Nonarbitrariness) ซึ่งในสมองมนุษย์สามารถจัดการกับความรู้ต่าง ๆ อย่างเป็นระบบในลักษณะของโครงสร้างทางปัญญา โดยที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ซึ่งความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้อย่างมีความหมายจะถูกเก็บไว้ และช่วยขยายความรู้เดิมที่มีอยู่ อาจจะเชื่อมโยงในลักษณะที่ความสัมพันธ์ไม่เปลี่ยนแปลง แม้ว่ามโนทัศน์นั้นจะถูกนำไปใช้ในลักษณะที่ต่างกัน หรืออธิบายสิ่งที่จะเรียนรู้ด้วยความรู้เดิมได้อย่างมีหลักเกณฑ์ ถ้าผู้เรียนเชื่อมโยงได้ดังกล่าว สิ่งที่จะเรียนรู้เกิดความหมายอย่างมีศักยภาพ (Potentially Meaningful) ต่อผู้เรียน ทั้งนี้การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วย การเพิ่มข้อมูลใหม่ ให้สอดคล้องเชื่อมโยงเข้ากับโครงสร้างทางปัญญา โดยการเรียนรู้ที่มีความหมาย เกิดขึ้นในขั้นตอนการได้รับความรู้ (Knowledge) และขั้นตอนการเก็บรักษาความรู้ (Retention) โดยการเชื่อมโยงความรู้ที่มีประสิทธิภาพ แต่ถ้าสิ่งที่เรียนมีรายละเอียดส่วนน้อยมาก และผู้เรียนใช้การท่องจำ (Rote learning) ไม่เกิดการเข้าใจอย่างมีความหมาย ส่งผลให้สามารถจดจำข้อมูลได้ลดลง

จากข้อความข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ในสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับความรู้เดิม และสร้างความเข้าใจเนื้อหา จึงจะส่งผลให้การเรียนรู้มีความหมาย สามารถจัดการกับความรู้ต่าง ๆ อย่างเป็นระบบในลักษณะของโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้อย่างมีความหมายจะถูกเก็บไว้ และช่วยขยายความรู้เดิมที่มีอยู่ นั่นคือสิ่งที่เรียนรู้จะเกิดความหมายอย่างมีศักยภาพต่อผู้เรียน

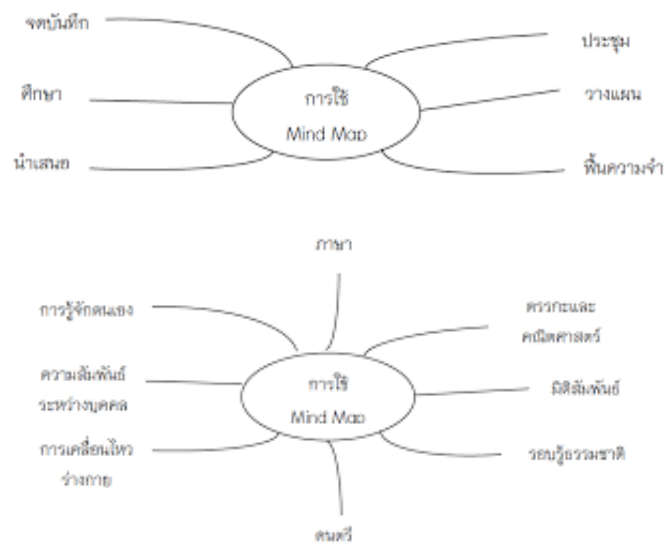
### 3. รูปแบบของผังกราฟิก

รูปแบบของแผนผังกราฟิก มีผู้นำเสนอไว้หลายรูปแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการเลือกใช้ตามวัตถุประสงค์ และเนื้อหาข้อมูลที่จะจัดกระทำ ผังกราฟิกที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปมีจำนวนมาก และมีจำนวนมากเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากมีการค้นพบกราฟิกแบบใหม่ๆ จากการปฏิบัติงานอยู่เสมอ ซึ่งประกอบด้วย ผังความคิด ผังมโนทัศน์ ผังแมงมุม ผังลำดับขั้นตอน ผังก้างปลา ผังวัฏจักร และผังวงกลมซ้อนหรือเว้าไดอะแกรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผังความคิด (A Mind Map) เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระ หรือความคิดต่าง ๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย

รูปทรงเรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้น ๆ โดยมี  
 ขั้นตอนหลัก ๆ ในการทำดังนี้

เขียนความคิดรวบยอดหลักไว้ตรงกลาง แล้วแตกสาขาออกไปเป็นความคิดรวบยอด  
 ย่อย ๆ ปรากฏดังรูปที่ 3 ดังนี้



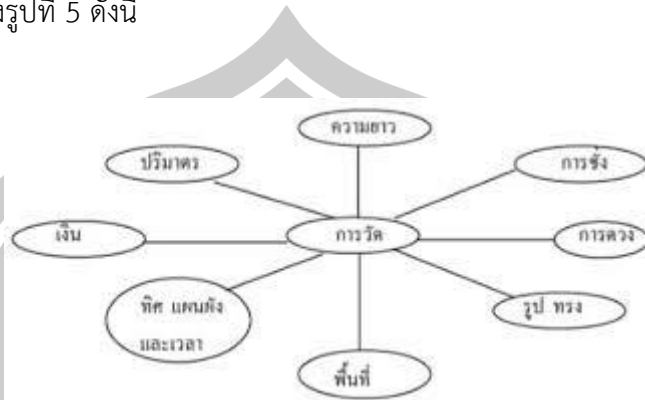
รูปที่ 3 ตัวอย่างผังความคิดเรื่องการใช้ MIND MAP  
 (ทีศนา แคมมณี, 2553)

3.2 ผังมโนทัศน์ (A Concept Map) เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอด  
 ใหญ่ไว้ตรงกลางและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับขั้นด้วย  
 เส้นเชื่อมโยง ปรากฏดังรูปที่ 4 ดังนี้



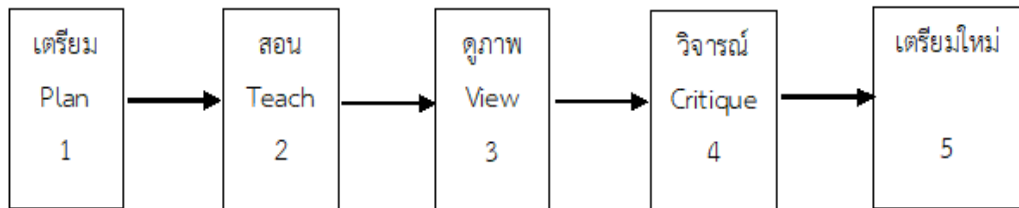
รูปที่ 4 ตัวอย่างผังมโนทัศน์เรื่องสัตว์  
 (ทีศนา แคมมณี, 2553)

3.3 ผังแมงมุม (A Spider Map) เป็นผังแสดงมโนทัศน์อีกแบบหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายใยแมงมุม ปรากฏดังรูปที่ 5 ดังนี้



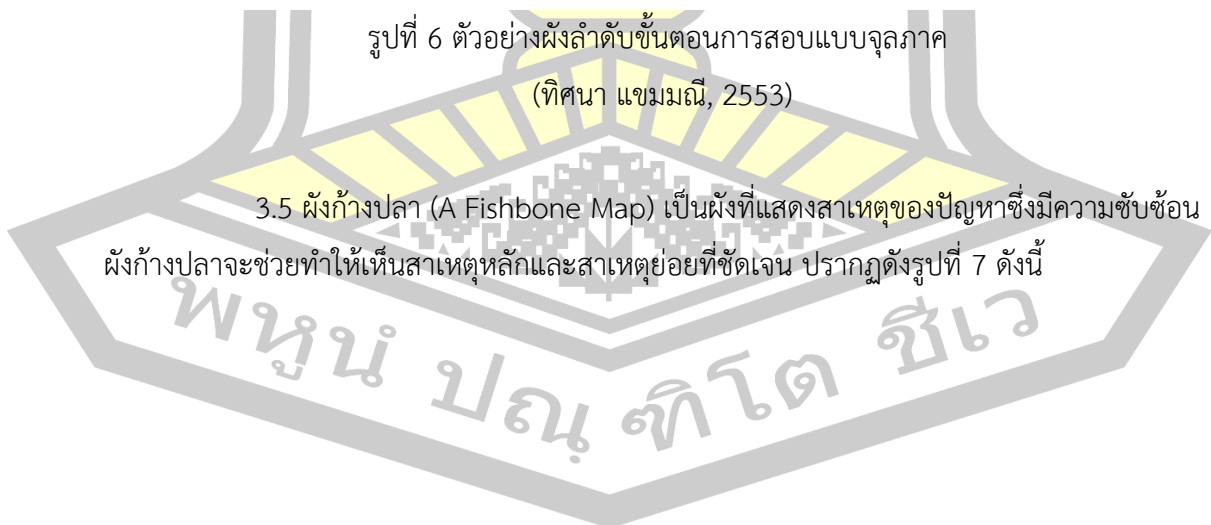
รูปที่ 5 ตัวอย่างผังแมงมุมเรื่องการวัด  
(ทีศนา แคมมณี, 2553)

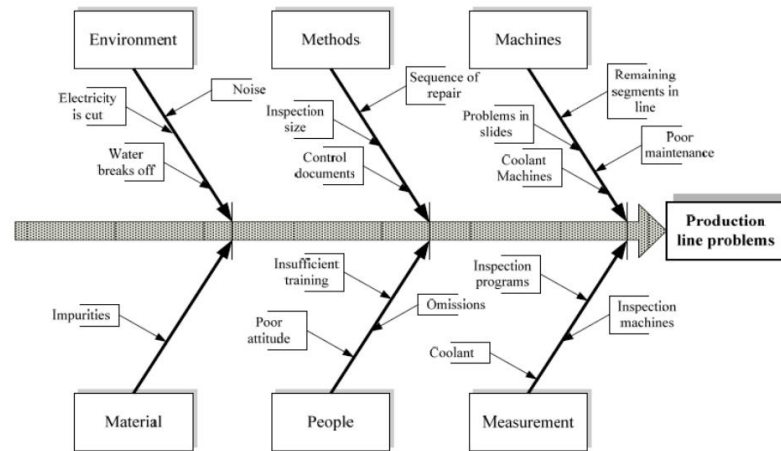
3.4 ผังลำดับขั้นตอน (A Sequential Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ ปรากฏดังรูปที่ 6 ดังนี้



รูปที่ 6 ตัวอย่างผังลำดับขั้นตอนการสอบแบบจุลภาค  
(ทีศนา แคมมณี, 2553)

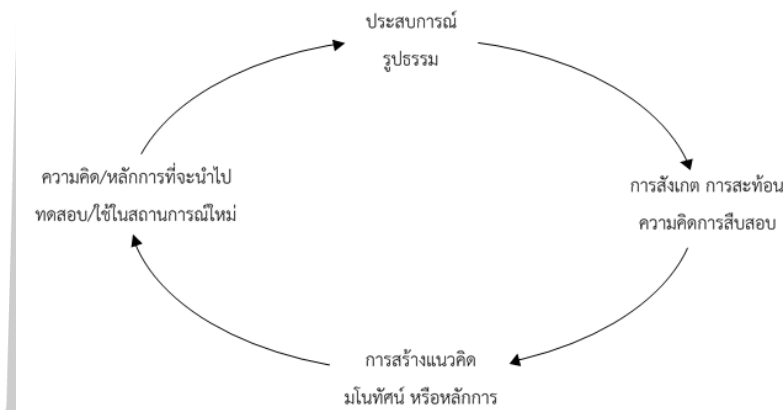
3.5 ผังก้างปลา (A Fishbone Map) เป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาซึ่งมีความซับซ้อน ผังก้างปลาจะช่วยให้เห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ชัดเจน ปรากฏดังรูปที่ 7 ดังนี้





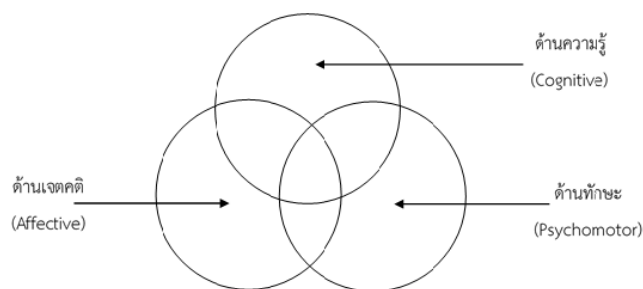
รูปที่ 7 ตัวอย่างผังก้างปลา  
(Hekmatpanah, 2011)

3.6 ผังวัฏจักร (A Circle or Cyclical Map) เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน เป็นวงกลม หรือเป็นวัฏจักรที่ไม่แสดงจุดสิ้นสุด หรือจุดเริ่มต้น ที่แน่นอน ปรากฏดังรูปที่ 8 ดังนี้



รูปที่ 8 ผังวัฏจักรการเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์ (Experiential Learning Cycle) ของจอห์นสัน และปรับโดย แอเรนด์ (Arends, 1989 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2553)

3.7 ผังวงกลมซ้อนหรือเวินไดอะแกรม (Venn Diagram) เป็นผังวงกลม 2 วงหรือมากกว่าที่มีส่วนหนึ่งซ้อนกันอยู่ เป็นผังที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอสิ่ง 2 สิ่งหรือมากกว่า ซึ่งมีทั้งความเหมือนและความต่างกัน ดังรูปที่ 9 ดังนี้



รูปที่ 9 ผังแสดงความสัมพันธ์ของวัตถุประสงค์ 3 ด้าน ของแบร์รี่และคิง  
(Barry&King, 1992 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2553)

4. ทฤษฎีผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรือผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

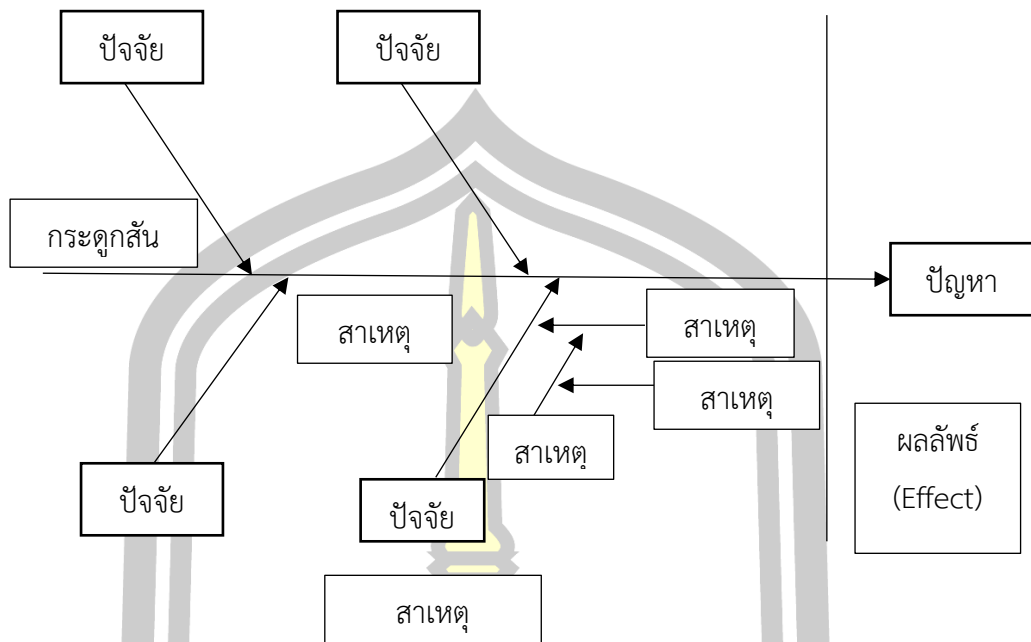
ผังก้างปลาหรือผังสาเหตุและผลเป็นผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับ สาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) ซึ่งอาจจะคุ้นเคยกับผังสาเหตุและผลในชื่อของ “ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)” เนื่องจากมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้างหรืออาจจะรู้จักในชื่อของผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาวา แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

#### 4.1 การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ซึ่งหากเรากำหนดประโยชน์ปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้เราใช้เวลามากในการค้นหา สาเหตุ และใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา

เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อย ๆ

พูนุ ปณฺ ทิโต ชีเว



รูปที่ 10 ผังก้างปลา

ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา
2. ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น
  - 2.1 ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
  - 2.2 สาเหตุหลัก
  - 2.3 สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหาจะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น

หลักการเบื้องต้นของผังก้างปลา คือ การใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ลงทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลัง จากนั้นใส่ชื่อของปัญหาย่อย ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก 3-6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นก้างปลา (sub-bone) ทำมุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก ถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก โดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4-5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้ว จะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมดที่จะเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

#### 4.2 ข้อดี



4.2.1 ไม่ต้องเสียเวลาแยกความคิดต่าง ๆ ที่กระจัดกระจายของแต่ละสมาชิก ผัง ก้างปลาจะช่วยรวบรวมความคิดของสมาชิกในทีม

4.2.2 ทำให้ทราบสาเหตุหลักๆ และสาเหตุย่อย ๆ ของปัญหา ทำให้ทราบสาเหตุที่ แท้จริงของปัญหา ซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ถูกวิธี

#### 4.3 ข้อเสีย

4.3.1 ความคิดไม่อิสระเนื่องจากมีผังก้างปลาเป็นตัวกำหนดความคิดของสมาชิกใน ทีมจะมารวมอยู่ที่ผังก้างปลา

4.3.2 ต้องอาศัยผู้ที่มีความสามารถสูง จึงจะสามารถใช้ผังก้างปลาในการระดม ความคิด

จากการศึกษารูปแบบของผังกราฟิกที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเลือกรูปแบบผังกราฟิกแบบ ผังก้างปลาในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากผังก้างปลาเป็นผังแสดงถึงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่าง ปัญหาหนึ่งปัญหากับสาเหตุหลายๆ สาเหตุที่ส่งผลให้เกิดปัญหานั้น

### ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

#### 1. ความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991) ได้ให้ความหมายของ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การสัมพันธ์เชื่อมต่อกันภายในวิชาคณิตศาสตร์และระหว่าง วิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยมีการเชื่อมโยงการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องและ สัมพันธ์กันให้รวมกันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

บงกชรัตน์ สมานสินธุ์ (2551) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยง ระหว่างเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และคณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน โดยครูผู้สอนควรชี้ให้ผู้เรียนได้เห็นถึงสิ่งที่พบ และให้ทำกิจกรรมเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการเชื่อมโยง

อัมพร ม้าคอง (2553) ได้อธิบายความหมายของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้ หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองค้นพบ

ศุภลักษณ์ ครุฑทอง (2556) อธิบายไว้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับความรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหา หรือแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ที่พบเจอ แบ่งออกเป็น การเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

จิตรวรรณ เอกพันธ์ (2558) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมาสัมพันธ์กับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่พบ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือหาแนวทางการหาคำตอบ โดยความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จึงประกอบไปด้วย การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับปัญหา การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับวิธีการหรือขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ไปยังสถานการณ์อื่น ๆ ที่พบเจออีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหา และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

สกล ตั้งแก้วสกุล (2560) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียน มาสัมพันธ์กับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ตนเองพบ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ที่นักเรียนพบได้ง่ายยิ่งขึ้น และทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎีบทนิยาม กฎ สมบัติต่าง ๆ หลักการทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่ตนเองพบ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือหาแนวทางของคำตอบ ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่พบได้ง่ายยิ่งขึ้น

## 2. ลักษณะของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชา รวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา ซึ่งเป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาวิชาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬาหรือศิลปะ ซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

Evitts (Evitts, 2004 อ้างถึงใน วาสุกรี ใจจันทร์, 2555) ได้อธิบายลักษณะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ 5 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงเชิงโมเดล (modeling connections) เป็นการเชื่อมต่อระหว่างโลกของคณิตศาสตร์ และโลกของความเป็นจริงของนักเรียน

2. การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง (structural connections) คือ การอาศัยโครงสร้างที่เหมือนกันจากแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกันระหว่างสองแนวคิดจากการวางลำดับของเนื้อหา

3. การเชื่อมโยงทางการแสดงแทน (representational connections) คือ การแสดงถึงความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่แทนความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งจะแสดงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ แผนภูมิ จำนวน สัญลักษณ์ รูปภาพ และภาษาพูด

4. การเชื่อมโยงเกี่ยวกับขั้นตอนและความคิดรวบยอด (procedure – concept connections) คือ ความสัมพันธ์ความรู้ที่เป็นความคิดรวบยอดและที่เป็นขั้นตอน โดยแต่ละคนสามารถอธิบายหรือลงมือกระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักการ สูตร การรับรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

5. การเชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์ (connection between strands of mathematics) เป็นการมองจากสถานการณ์ปัญหา แล้ววิเคราะห์จากสถานการณ์ปัญหาเพื่อสามารถอ้างอิงสิ่งที่ทำไปยังเนื้อหาคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้อธิบายไว้ว่า การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์นิยมทำในห้องเรียนมี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

2. การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ

3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่น ๆ

ภมรเมษย์ เลหาวิรุฬห์กุล (2558) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงสาระคณิตศาสตร์ด้วยกันเอง

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกัน

3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมปัจจุบัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้อธิบายลักษณะของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกัน จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีและกะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ จิตวิทยา พันธุกรรมศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้ง และมีความคงทนในการเรียนรู้ ตลอดจนช่วยให้ผู้เรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

จากการศึกษาลักษณะของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มี 2 ลักษณะ คือ การเชื่อมโยงเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ จิตวิทยา พันธุกรรมศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

### 3. แนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

มีนักวิชาการและนักการศึกษาเสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991) ได้อธิบายแนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทำได้โดยครูพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการและการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สานิตความรู้ในเรื่องความคิดรวบยอดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. นำเสนอคณิตศาสตร์ในลักษณะเช่นเดียวกันเครือข่ายการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดและกระบวนการร่วมกัน

3. เน้นให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และเป็นการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

4. ร่วมทำกิจกรรมกับนักเรียน โดยส่งเสริมความเข้าใจในความคิดรวบยอด กระบวนการ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

5. ร่วมอภิปรายคณิตศาสตร์ โดยขยายความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด กระบวนการ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

กรมวิชาการ (2544ข) ได้กล่าวไว้อีกว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบที่จำเป็น ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายข้อสรุปหรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้ คือ สามารถนำความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และเป็นเหตุเป็นผลได้ สามารถบอกได้ว่าต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหา ประเมินได้ว่าต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดก่อนและเรื่องใดหลัง

2. การนำความรู้ และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ และในชีวิตจริงได้ คือ สามารถใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วไปประยุกต์ เชื่อมโยง และผสมผสาน เพื่อแก้ปัญหาใหม่และปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พบในชีวิตจริงได้ และประเมินความถูกต้องของคำตอบกับสถานการณ์จริงได้

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น ทำให้มองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ สามารถนำไปใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่แค่การเรียนทฤษฎี กฎ สูตร และบทนิยาม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีอยู่แค่ในห้องเรียนอีกต่อไป ดังนั้น ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จึงถูกเน้นมากในการเรียนการสอนในปัจจุบัน

ภรเมษย์ เลหาวิรุฬห์กุล (2558) ได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ซึ่งไม่ควรแยกเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กันออกจากกันแต่ควรสอนรวมกันไป รวมไปถึงการส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความคิดรวบยอดไปใช้ในการแก้ปัญหาลดจนปัญหาในชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะและกระบวนการการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น ๆ อย่างสมเหตุสมผล

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอน โดยนำความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่มีอยู่แล้วไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ซึ่งครูผู้สอนอาจจะนำสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น ๆ หรือภายในวิชาคณิตศาสตร์มาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยสามารถระบุรายละเอียดของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็น ทฤษฎี กฎ สูตร บทนิยาม สมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา
2. นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอน โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ระบุไว้

#### 4. การวัดและประเมินของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวทางในการวัดและการประเมินของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษากล่าวไว้ดังนี้

การประเมินทักษะการเชื่อมโยงนั้น ส่วนใหญ่ประเมินการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ และระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้านเนื้อหา องค์ความรู้ และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การประเมินผลที่มีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นระบบและชัดเจน จะช่วยให้ผู้สอนสามารถพิจารณาและตัดสินได้ว่า ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนอยู่ในระดับใด เกณฑ์การให้คะแนนที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric scoring) ซึ่งเป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากผลงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก มีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนได้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม ซึ่งจะกล่าวรายละเอียด ดังต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ จะต้องสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างเที่ยงตรงและครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริงเพื่อให้สามารถจัดสรรสภาพของผู้เรียนได้ตรงตามความเป็นจริง ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์จำแนกได้เป็น

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานหรือความสำเร็จของงานแต่ละชิ้นในภาพรวม ตามสาระสำคัญที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้
2. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินผลการปฏิบัติงานหรือผลงานที่แยกประเมินเป็นรายองค์ประกอบย่อย ผลที่ได้จากการประเมินจะมีรายละเอียดที่นำไปใช้ประโยชน์เพื่อวินิจฉัยผู้เรียน และให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอน ดังนี้

1. เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ
2. เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4. เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้โมโนทัศน์ที่ซับซ้อน
5. สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ

กฤษณา ไสยาศรี (2551) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการวิเคราะห์เนื้อหา และความคิดรวบยอดในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยพิจารณาว่ามีเนื้อหา และความคิดรวบยอดใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แต่ละเนื้อหาและความคิดรวบยอดนั้นสัมพันธ์กันอย่างไร นำความสัมพันธ์นั้นไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร และขยายแนวคิดไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งประกอบด้วย 4 ลักษณะ ดังนี้

1. สามารถมองปัญหาที่กำหนดให้โดยภาพรวมแล้ววิเคราะห์ว่ามีเนื้อหาคณิตศาสตร์หรือเนื้อหาอื่น ๆ ไต่บ้างที่เกี่ยวข้อง

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาและความคิดรวบยอดทั้งระหว่างคณิตศาสตร์และเนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยบอกสูตร หลักการ หรือสมการ

3. นำความรู้ และหลักการที่สัมพันธ์กันไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยอธิบายแนวทางการนำไปใช้มาพอเข้าใจ

4. ขยายแนวคิด หลักการ ไปสู่สถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน โดยการยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกัน หรือวิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องโดยภาพรวม พร้อมทั้งอธิบายพอเข้าใจว่าสถานการณ์ใหม่สอดคล้องกับสถานการณ์เดิมอย่างไร

วาสนา กิมเท็ง (2553) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินในการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
4	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา เพื่ออธิบายข้อสรุปได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา เพื่ออธิบายข้อสรุปได้แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
2	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน และอธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
1	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหายังไม่เหมาะสม แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0	ไม่มีการเชื่อมโยง/ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ

สมฤทธิ วันชัย (2556) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ดังตารางต่อไปนี้



ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินในการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	คำอธิบาย
2 ดี	สามารถนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่พบได้ถูกต้องทั้งหมด
1 พอใช้	สามารถนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่พบได้ถูกต้องบางส่วน
0 ปรับปรุง	ไม่สามารถนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่พบได้

วีรพล เทพบรรหาร (2560) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินในการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

## 1. การระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	นักเรียนเลือก/ระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น ทฤษฎี กฏ สูตร นิยาม หรือหลักการที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
2	นักเรียนเลือก/ระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น ทฤษฎี กฏ สูตร นิยาม หรือหลักการที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
1	นักเรียนเลือก/ระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น ทฤษฎี กฏ สูตร นิยาม หรือหลักการที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเพียงเล็กน้อย
0	นักเรียนไม่เลือก/ระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น ทฤษฎี กฏ สูตร นิยาม หรือหลักการที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ หรือเลือก/ระบุแต่ไม่เกี่ยวกับปัญหา

## 2. การระบุนิยามความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์กับแผนการแก้ปัญหา

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
2	นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่
1	นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้เพียงเล็กน้อย
0	นักเรียนไม่เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้เลย หรือเขียนอธิบายแต่ไม่ถูกต้อง

ปัญหาเดิม

3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ใกล้เคียงปัญหาหรือสถานการณ์

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	นักเรียนระบุตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่สัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ในข้อ 1 ได้ทั้งหมด และมีการอธิบายแนวทางในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้อง
2	นักเรียนระบุตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่สัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ในข้อ 1 ได้ส่วนใหญ่ และมีการอธิบายแนวทางในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นได้
1	นักเรียนระบุตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่สัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ในข้อ 1 ได้เล็กน้อย และมีการอธิบายแนวทางในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นได้แต่ไม่ชัดเจน
0	นักเรียนไม่ระบุตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงปัญหาได้เลย หรือระบุตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงแต่ไม่สัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ในข้อ 1 เลย

จากการศึกษาเกี่ยวกับการวัดและการประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยอ้างอิงเกณฑ์การประเมินจากวิรุฬ เทพบรรหาร (2560) ซึ่งมีแบ่งรายละเอียดเป็น 2 ด้าน ดังนี้ ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	นักเรียนเลือก/ระบุนความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้ถูกต้องและครบถ้วน
2	นักเรียนเลือก/ระบุนความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
1	นักเรียนเลือก/ระบุนความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้ไม่ถูกต้อง
0	นักเรียนไม่สามารถเลือก/ระบุนความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้

ด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาคด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ และนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาคด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
1	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาคด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ไม่เหมาะสม และคำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการอธิบาย
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายแนวทางหรือแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาคด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ภมรเมษย์ เลหาทวิรุพท์กุล (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ทาง

คณิตศาสตร์สูงกว่า กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จิตรวรรณ เอกพันธ์ (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การสอนเชิงบริบทที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การสอนเชิงบริบท และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความรู้ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 25.14 และ 21.94 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.54 และ 4.62 ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที่ (t-test for independent sample) พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์เชิงบริบทมีความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 49 คน ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การสอนเชิงบริบทเท่ากับ 7.26 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.88 และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การสอนเชิงบริบท นักเรียนกลุ่มนี้มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 16.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.37 นอกจากนี้ เมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที่ (t-test for paired sample) พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การสอนเชิงบริบทหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การสอนเชิงบริบท และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 16.18 และ 11.19 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.39 และ 5.14 ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที่ (t-test for independent sample) พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์เชิงบริบทมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิหาร์ เลิศสมิตพร (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities มีพัฒนาการของความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

สกล ตั้งเก้าสกุล (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เน้นการนำสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาในชีวิตจริงมาเป็นสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้คิดและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและนำไปสู่การแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกัน โดยที่ระหว่างการทดลองและหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสูงกว่าระหว่างการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 5) พัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นตามลำดับ

วีรพล เทพบรรหาร (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบราในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 45.45 57.49 และ 62.78 ตามลำดับ เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์ พบว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ผ่านเกณฑ์ และพอใช้ ตามลำดับ อีกทั้งจากการสังเกตพฤติกรรมการเชื่อมโยง

ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมพบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วน และยังสามารถนำเอาความรู้เหล่านั้นมาทำการเชื่อมโยงกันอย่างเป็นเหตุเป็นผลได้ โดยครูเพียงแค่ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง และสนับสนุน 2) คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ มีความสัมพันธ์กันทางบวกด้วยระดับความสัมพันธ์สูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบราอยู่ในระดับมาก

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

Chamberlin, S.A. and Moon (2005) ได้ศึกษาผลของการใช้ Model-Eliciting Activities ซึ่งเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในด้านการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า Model-Eliciting Activities สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเอกสารที่ให้นักเรียนเขียนวิธีการคิดในกิจกรรม สามารถวัดระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และสามารถจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในด้านการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้

Coxbill (2013) ได้ศึกษาการใช้ Model-Eliciting Activities เป็นเครื่องมือในการระบุและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า เครื่องมือในการระบุตัวตนที่คาดหวังอย่างหนึ่ง คือการใช้ Model-Eliciting Activities ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวต้องการให้กลุ่มของนักเรียนมีส่วนร่วมในงานทางคณิตศาสตร์ที่เปิดเผยความคิดที่แท้จริง นักวิจัยและครูผู้สอนสามารถใช้คู่มือในการประกันคุณภาพในการประสานงานกับส่วนประกอบของวิธีการของ Krutetskii ของการคิดเพื่อประเมินผลงานการเขียนของนักเรียนเกี่ยวกับ MEAs ผ่านการตรวจสอบของกลุ่มการเขียนผลงานจากนักเรียน 39 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมากกว่า 3 MEAs ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือขั้นตอนแรกในการระบุว่าคุณนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หนึ่งคนถูกระบุว่ามีความรู้ทางคณิตศาสตร์ คุณภาพความคิดสร้างสรรค์ และการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนน 1.41 ในระดับ 5 ระหว่างชุดการเรียน 3 ชุดของ MEAs

Altay, M. K. (2013) ได้ศึกษามุมมองของครูคณิตศาสตร์เบื้องต้นเกี่ยวกับ Model-Eliciting Activities การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาก่อนการเรียนรู้ Model-Eliciting Activities และธรรมชาติของคณิตศาสตร์ในการทำ

คณิตศาสตร์ผ่าน MEAs หลังจากได้รับประสบการณ์จาก 4 Model-Eliciting Activities ใน 14 สัปดาห์ สำหรับการสัมภาษณ์กลุ่มได้ดำเนินการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา 9 คน โดยการสัมภาษณ์ใช้เวลา 1 ชั่วโมงและบันทึกวิดีโอ ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในระดับศึกษาก่อนการสอนมีมุมมองในเชิงบวกต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities และการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

Dede และคณะ (Dede, A.T et al., 2017) ได้ศึกษาการทดสอบ Model-Eliciting Activities ที่ถูกพัฒนาโดยนักเรียนและครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ในขณะกิจกรรมกลุ่มหนึ่งไม่ได้เป็นแบบ Model-Eliciting Activities แต่กลุ่มที่สองมีความเหมาะสมกับหลักการทั้งหมด รูปแบบ Model-Eliciting Activities อื่น ๆ หรือบางส่วนของที่เหมาะสมกับหลักการ จะเห็นได้ว่าความจริงและหลักการก่อสร้างแบบจำลองมีบทบาทในการพัฒนาสิ่งเหล่านี้ หลักการประเมินตนเอง และการสร้างเอกสารประกอบนั้นเกี่ยวข้องโดยตรง ความสามารถในการแบ่งปัน และความสามารถในการนำไปใช้ หลักการต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ และสามารถเข้าใจความรู้ แนวคิด หรือข้อคิดเห็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการติดตามการใช้งานในอนาคต

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่พบ โดยต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ในการนำความรู้ เนื้อหา และหลักการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสม ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ที่ผู้เรียนพบได้ง่ายยิ่งขึ้น อีกทั้งการที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้นนั้น รูปแบบการสอนที่นำมาใช้ก็มีความสำคัญ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างวิธีในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน นอกจากนี้ยังมีเทคนิคผังก้างปลา ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของผังกราฟิก ช่วยให้ผู้เรียนทราบสาเหตุหลัก ๆ และสาเหตุย่อย ๆ ของปัญหา ทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ถูกวิธี โดยเมื่อนำรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาด้วยตนเองหรือการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities และเทคนิคผังก้างปลาจะช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขอบเขตของการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. รูปแบบของการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดการกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 27 ซึ่งได้มาโดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 60 จำนวน 27 คน จากการวิเคราะห์ผลคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัยของ บงกชรัตน์ สมานสินธุ์ (2551) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแบบทดสอบที่ใช้วัดคือแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 16 คะแนน ซึ่งจะนำคะแนนที่ได้มาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ซึ่งเกณฑ์นี้ได้สร้างจากเกณฑ์ขั้นต่ำที่โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยกำหนด (ผู้เรียนต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50) เพื่อนำไปจัดระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน โดยเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ



นักเรียน ดังปรากฏตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ดังปรากฏตารางที่ 6

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ ความหมาย	คำอธิบาย
4 ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3 ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
2 พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
0 ไม่พยายาม	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7

เลขที่	คะแนน (16)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60	เลขที่	คะแนน (16)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60
1ก	4	ไม่ผ่าน	1ข	6	ไม่ผ่าน
2ก	4	ไม่ผ่าน	2ข	4	ไม่ผ่าน
3ก	11	ผ่าน	3ข	7	ไม่ผ่าน
4ก	5	ไม่ผ่าน	4ข	9	ไม่ผ่าน
5ก	10	ผ่าน	5ข	11	ผ่าน

เลขที่	คะแนน (16)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60	เลขที่	คะแนน (16)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60
6ก	10	ผ่าน	6ข	0	ไม่ผ่าน
7ก	10	ผ่าน	7ข	9	ไม่ผ่าน
8ก	14	ผ่าน	8ข	11	ผ่าน
9ก	10	ผ่าน	9ข	8	ไม่ผ่าน
10ก	7	ไม่ผ่าน	10ข	7	ไม่ผ่าน
11ก	7	ไม่ผ่าน	11ข	8	ไม่ผ่าน
12ก	3	ไม่ผ่าน	12ข	7	ไม่ผ่าน
13ก	6	ไม่ผ่าน	13ข	0	ไม่ผ่าน
14ก	5	ไม่ผ่าน	14ข	4	ไม่ผ่าน
15ก	5	ไม่ผ่าน	15ข	4	ไม่ผ่าน
16ก	4	ไม่ผ่าน	16ข	4	ไม่ผ่าน
17ก	2	ไม่ผ่าน	17ข	4	ไม่ผ่าน
			18ข	6	ไม่ผ่าน

จากตารางที่ 6 พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 มีจำนวนทั้งสิ้น 27 คน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 8 คน เพื่อแก้ปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

## 2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

2.2 ตัวแปรตาม คือ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

## 3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้

## 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

## เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ประเภทและลักษณะของเครื่องมือ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.2.1 แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ประเภทอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ

1.2.2 แบบประเมินพฤติกรรมในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1.2.2 แบบสัมภาษณ์นักเรียน

## รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) โดยใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อแก้ปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุความมุ่งหมาย โดยจะทำการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยทำการศึกษาดำรง ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการลงมือปฏิบัติ คือในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ร่วมกับสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นการสะท้อนแนวคิด และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกต ว่าได้ดำเนินงานตามความมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงาน เพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

## การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

### 1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ที่จัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จุดมุ่งหมายรายวิชา ตัวชี้วัด

1.2 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการที่มีความเกี่ยวข้องกับจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

1.3 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน จากหนังสือเรียนที่เกี่ยวข้อง ตัวชี้วัด รายละเอียดการวัดและการประเมิน วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาที่ดำเนินการสอน

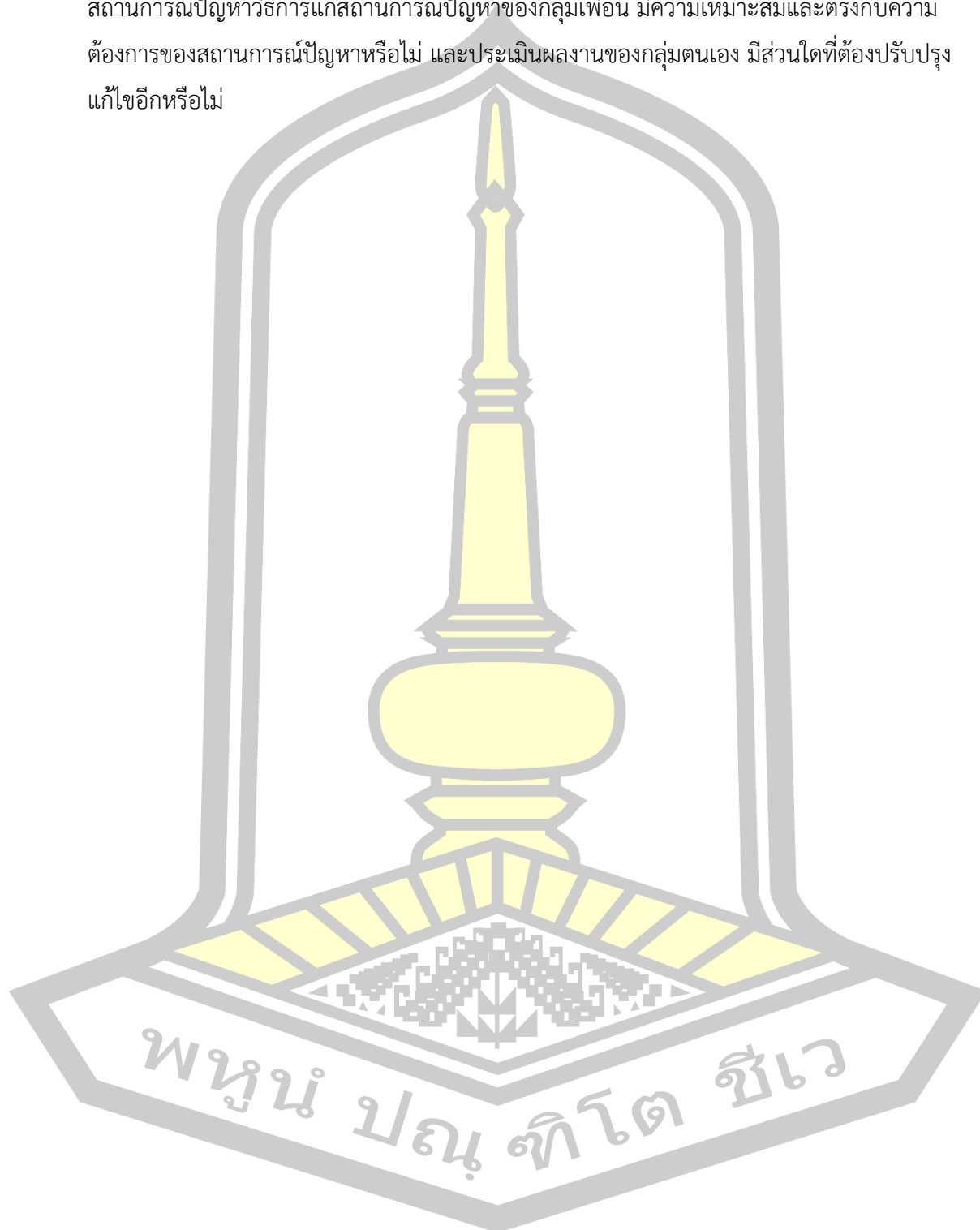
1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนตามขั้นตอนของ Stohlmann (2013) คือ ขั้นตอนที่ 1 อ่านสถานการณ์สั้น ๆ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม ขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ ขั้นตอนที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามวงจรปฏิบัติการ จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหา ตัวชี้วัด จุดประสงค์ และระยะเวลาที่กำหนด ดังนี้

1.4.1 ขั้นตอนที่ 1 อ่านสถานการณ์สั้น ๆ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม ครูผู้สอนได้ศึกษาเนื้อหาเรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน จากหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 เพื่อกำหนดสถานการณ์สั้น ๆ ให้นักเรียนได้ศึกษาก่อนลงมือปฏิบัติในการแก้สถานการณ์ปัญหา

1.4.2 ขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ ครูผู้สอนได้ใช้การแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบ คณะความสามารถ และให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มของตนเองร่วมกันคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

1.4.3 ขั้นตอนที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีคิดหน้าชั้นเรียนและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างหรือเหมือนกัน และครูผู้สอนจะใช้คำถามเกี่ยวกับวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน มีความยากหรือง่ายต่อความเข้าใจของผู้อื่น และสามารถนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่มีความเหมือนหรือต่างกันหรือไม่ อย่างไร โดยให้นักเรียนอธิบาย

1.4.4 ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล ครูผู้สอนจะให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาของกลุ่มเพื่อน มีความเหมาะสมและตรงกับความต้องการของสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ และประเมินผลงานของกลุ่มตนเอง มีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขอีกหรือไม่





ตารางที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ลำดับแผน ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ค.1.3 ม.5/1 ใช้ินพจน์ สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	การคิดดอกเบี้ย ทบต้น	การคิดดอกเบี้ยทบต้นเป็นกลไกที่นำ ดอกเบี้ยที่ได้รับทบเข้าไปกับเงินต้น ทำให้ เงินต้นใหม่มียอดสูงขึ้น ดังนั้น เมื่อคิด ดอกเบี้ยรอบใหม่ ดอกเบี้ยก็จะสูงขึ้น และ เมื่อทบเข้าไปกับเงินต้นใหม่จะทำให้มี มูลค่าเงินสูงขึ้นเรื่อย ๆ	<b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b> 1. นักเรียนสามารถระบุความหมายของ ดอกเบี้ยทบต้น และคำนวณหาดอกเบี้ยทบ ต้นได้ <b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b> 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องดอกเบี้ย ทบต้นไปใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหาได้ <b>ด้านคุณลักษณะ</b> 3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	1



ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	ค.1.3 ม.5/1 ใช้นิพจน์ สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	การคิดดอกเบี้ย ทบต้น (ต่อ)	ถ้าเริ่มฝากเงินด้วยเงินต้น $P$ บาท ได้รับ อัตราดอกเบี้ย $i\%$ ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ย แบบทบต้นทุกปี (ปีละครั้ง) แล้วเมื่อสิ้นปี ที่ $n$ จะได้ เงินรวม $P(1+i)^n$ บาท เมื่อ $r = \frac{i}{100}$	<b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b> 1. นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์ของ ดอกเบี้ยทบต้นได้ <b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b> 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง ดอกเบี้ยทบต้นไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ <b>ด้านคุณลักษณะ</b> 3. นักเรียนมีความตรงต่อเวลา	1

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	ค.1.3 ม.5/1 ใช้นิพจน์ สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	การคิดดอกเบี้ยทบต้น (ต่อ)	<p>โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตจริง เรื่องดอกเบี้ยทบต้น ผากเงินด้วยเงินต้น <math>P</math> บาท ได้รับอัตราดอกเบี้ย <math>i\%</math> ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุกปี (ปีละครั้ง) แล้วเมื่อสิ้นปีที่ <math>n</math> จะได้ เงินรวม <math>P(1+i)^n</math> บาท เมื่อ <math>r = \frac{i}{100}</math></p>	<p><b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b></p> <p>1. นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์ของดอกเบี้ยทบต้นได้</p> <p><b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b></p> <p>2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องเลขยกกำลังมาใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องการคิดดอกเบี้ยทบต้นได้</p> <p><b>ด้านคุณลักษณะ</b></p> <p>3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย</p>	1



ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4	ค.1.3 ม.5/1 ใช้เงิน สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	ดอกเบี้ยทบต้น (ต่อ)	ถ้าเริ่มฝากเงินด้วยเงินต้น $P$ บาท ได้รับ อัตราดอกเบี้ย $i\%$ ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ย แบบทบต้น ปีละ $k$ ครั้ง แล้วเมื่อฝากเงิน ครบ $n$ จะได้ เงินรวม $P\left(1 + \frac{i}{k}\right)^{kn}$ บาท เมื่อ $r = \frac{i}{100}$	<b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b> 1. นักเรียนสามารถคำนวณหา $P, i, k$ และ $n$ ได้ <b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b> 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องเลขยกกำลัง มาใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องดอกเบี้ยทบต้นได้ <b>ด้านคุณลักษณะ</b> 3. นักเรียนมีความสนใจในการเรียน	1



ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
5	ค.1.3 ม.5/1 ใช้ินพจน สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	ดอกเบ็ยพบน (ต่อ)	โจทย์ปัญหาในชีวิตจริงหรือ สถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับ ชีวิตจริง เรื่อง ดอกเบ็ยพบน ปี ละ $k$ ครั้ง	<b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b> 1. นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์ของดอกเบ็ย พบนได้ <b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b> 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องดอกเบ็ยพ บนมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ <b>ด้านคุณลักษณะ</b> 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องาน	1





ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
6	ค.1.3 ม.5/1 ใช้เงินพจน์ สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	มูลค่าปัจจุบันและ มูลค่าอนาคต	ถ้าลงทุน $P$ บาท ได้รับอัตราดอกเบี้ย $i\%$ ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นปี ละ $k$ ครั้ง เป็นเวลา $n$ ปี กำหนดให้ $r = \frac{i}{100}$ แล้วเมื่อครบ $n$ ปี เงินรวมที่ได้คือ $S = P \left( 1 + \frac{r}{k} \right)^{kn}$ บาท เรียก $S$ ว่า มูลค่าอนาคตของเงินต้น $P$	<b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b> 1. นักเรียนสามารถคำนวณหาผลลัพธ์ มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคตได้ <b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b> 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องมูลค่า ปัจจุบันและมูลค่าอนาคตมาใช้ในการ แก้ปัญหาได้ <b>ด้านคุณลักษณะ</b> 3. นักเรียนมีความตรงต่อเวลา	1



ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผ่นที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
7	ค.1.3 ม.5/1 ใช้นิพจน์ สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	มูลค่าปัจจุบันและ มูลค่าอนาคต (ต่อ)	ถ้าลงทุน $P$ บาท ได้รับอัตราดอกเบี้ย $i\%$ ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นปีละ $k$ ครั้ง เป็นเวลา $n$ ปี กำหนดให้ $r = \frac{i}{100}$ แล้วเมื่อครบ $n$ ปี เงินรวมที่ได้คือ ในทางกลับกัน จะเรียก $P$ ว่ามูลค่าปัจจุบันของ เงินรวม $S$ ดังนั้น มูลค่าปัจจุบัน $P$ ของเงินรวม $S$ คือ $P = S \left( 1 + \frac{r}{k} \right)^{-kn}$	<b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b> 1. นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคตได้ <b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b> 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องมูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคตใช้ในการแก้ปัญหาได้ <b>ด้านคุณลักษณะ</b> 3. นักเรียนมีความสนใจในการเรียน	1

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
8	ค.1.3 ม.5/1 ใช้เงินพจน สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	มูลค่าปัจจุบันและ มูลค่าอนาคต (ต่อ)	โจทย์ปัญหาในชีวิตจริงหรือ สถานการณ์ที่มีความใกล้เคียงกับชีวิต จริง เรื่อง มูลค่าปัจจุบันและมูลค่า อนาคต	<b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b> 1. นักเรียนสามารถคำนวณหามูลค่าปัจจุบัน และมูลค่าอนาคตได้ <b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b> 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่อง มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคตมาใช้ในการ แก้ปัญหาได้ <b>ด้านคุณลักษณะ</b> 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องาน	1

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผ่นที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
9	ค.1.3 ม.5/1 ใช้นิพจน์ สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	ค่าคงที่รับ หรือจ่าย ตอนต้น งวด	<p>พิจารณาการรับหรือจ่ายเงินแต่ละงวด โดยที่แต่ละงวดเป็นเงิน <math>R</math> บาท ซึ่งเริ่มรับหรือจ่ายเงินตอนต้นงวด รวมทั้งหมด <math>n</math> งวด และอัตราดอกเบี้ยต่องวดเป็น <math>i\%</math></p> <p>ให้ <math>r = \frac{i}{100}</math> จะได้ เงินรวมเมื่อสิ้นงวดที่ <math>n</math> คือ</p> $R(1+r) + R(1+r)^2 + \dots + R(1+r)^n$ <p>ซึ่งเป็นอนุกรมเรขาคณิตที่มี <math>n</math> พจน์ พจน์แรกคือ <math>R(1+r)</math> และอัตราส่วนร่วมคือ <math>1+r</math></p> <p>ดังนั้น เงินรวมเมื่อสิ้นงวดที่ <math>n</math> คือ <math>\frac{R(1+r)(1-(1+r)^n)}{1-(1+r)}</math></p> <p>ซึ่งเท่ากับ <math>\frac{R(1+r)((1+r)^n - 1)}{r}</math></p>	<p><b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์ของต่างงวดที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวดได้</li> </ol> <p><b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องต่างงวดที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวดไปใช้ในการแก้ปัญหาได้</li> </ol> <p><b>ด้านคุณลักษณะ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนมีความเอาใจใส่ในเนื้อหาที่เรียน</li> </ol>	1



ตารางที่ 7 (ต่อ)

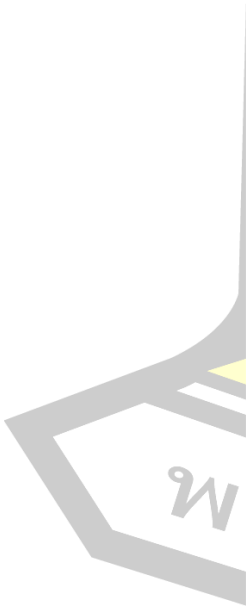
แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
10	ค.1.3 ม.5/1 ใช้นิพจน์ สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	สาระการเรียนรู้หรือ คำจำกัดความหรือ ถ่ายทอดต้นงวด (ต่อ)	โจทย์ปัญหาในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ที่มีความ ใกล้เคียงกับชีวิตจริง เรื่อง ค่าคงที่รับหรือจ่าย ตอนต้นงวด	<b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b> 1. นักเรียนสามารถคำนวณหาผลลัพธ์ ของค่าคงที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวดได้ <b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b> 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่อง อนุกรมเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหา เรื่องค่าคงที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวดได้ <b>ด้านคุณลักษณะ</b> 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในกร ทำงาน	1



ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
11	ค.1.3 ม.5/1 ใช้พจน์ สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	ค่างวดที่รับหรือ จ่ายตอนสิ้นสุดงวด	<p>พิจารณาการรับหรือจ่ายเงินแต่ละงวด โดยที่แต่ละงวดเป็นเงิน <math>R</math> บาท ซึ่งเริ่มรับหรือจ่ายเงินตอนต้นงวด รวมทั้งหมด <math>n</math> งวด และอัตราดอกเบี้ยต่องวดเป็น <math>i\%</math> ให้ <math>r = \frac{i}{100}</math> จะได้ เงินรวมเมื่อสิ้นสุดงวดที่ <math>n</math> คือ</p> $R + R(1+r) + R(1+r)^2 + \dots + R(1+r)^{n-1}$ <p>ซึ่งเป็นอนุกรมเรขาคณิตที่มี <math>n</math> พจน์ พจน์แรก คือ <math>R</math> และอัตราส่วนร่วม คือ <math>1+r</math></p> <p>ดังนั้น เงินรวมเมื่อสิ้นสุดงวดที่ <math>n</math> คือ</p> $\frac{R(1-(1+r)^n)}{1-(1+r)}$ <p>ซึ่งเท่ากับ <math>\frac{R((1+r)^n - 1)}{r}</math></p>	<p><b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนสามารถคำนวณหาผลลัพธ์ของค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นสุดงวดได้</li> </ol> <p><b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องอนุกรมเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นสุดงวดได้</li> </ol> <p><b>ด้านคุณลักษณะ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนให้ความร่วมมือในการเรียน</li> </ol>	1





ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
12	ค.1.3 ม.5/1 ใช้ปัญญา สมการ และ อสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์ หรือช่วย แก้ปัญหาที่ กำหนดให้	ค่าวกตที่รับหรือ จ่ายตอนสั้นวกต (ต่อ)	โจทย์ปัญหาในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ที่มีความ ใกล้เคียงกับชีวิตจริง เรื่อง ค่าวกตที่รับหรือจ่าย ตอนสั้นวกต	<b>ด้านความรู้ความเข้าใจ</b> 1. นักเรียนสามารถคำนวณหาผลลัพธ์ ของค่าวกตที่รับหรือจ่ายตอนสั้นวกตได้ <b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b> 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่อง อนุกรมเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญห เรื่องค่าวกตที่รับหรือจ่ายตอนสั้นวกตได้ <b>ด้านคุณลักษณะ</b> 3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการ ทำงาน	1



1.5 หลังจากผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมเสร็จแล้ว นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์ เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

1.6.1 รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม วุฒิการศึกษาดุสิตบัณฑิต ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

1.6.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณข วรอำศวปติ ศรีสะอาด วุฒิปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

1.6.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล วุฒิปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

1.6.4 นายอุเทน กาญจจิตร วุฒิศึกษามหาบัณฑิต ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

1.6.5 นายดำรงศักดิ์ ปัญญาทิพย์ วุฒิศึกษามหาบัณฑิต ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

1.7 เมื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ละแผน นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณมาจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง มีความเหมาะสมระดับดีมาก
คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง มีความเหมาะสมระดับดี
คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง มีความเหมาะสมระดับพอใช้
คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง มีความเหมาะสมระดับค่อนข้างต่ำ

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับต่ำมากหรือ  
ควรปรับปรุง

นำผลการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้  
ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์ยอมรับแผนการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งค่าเฉลี่ยคะแนน  
ของผู้เชี่ยวชาญประเมินอยู่ระหว่าง 4.22 – 4.42 ซึ่งผลการประเมินมีค่าเฉลี่ย 4.30 ถือว่าเป็น  
แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี (รายละเอียดดังภาคผนวก ข )

1.8 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม ความถูกต้องกับเวลา  
ปรับสัญลักษณ์ และเนื้อหาที่ไม่สมบูรณ์และไม่ครอบคลุม ให้มีความชัดเจนและกระชับมากยิ่งขึ้น

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับพิจารณาแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จำนวน 38 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของ  
แผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อพบข้อบกพร่องแล้วนำข้อบกพร่องนั้นมาแก้ไข

2.0 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์แล้วนำไปจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลกับ  
กลุ่มเป้าหมายต่อไป

## 2. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเรื่อง  
ฟังก์ชัน ซึ่งประกอบไปด้วย แบบทดสอบประเภทอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ ซึ่งผู้วิจัย  
ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่อง  
ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2 ศึกษาการวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากคู่มือการวัดผล  
ประเมินผลคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546)

2.3 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้  
คณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดจำนวนแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้  
ตามวงจรปฏิบัติ

2.4 ดำเนินการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง  
มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังปรากฏในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	นักเรียนเลือก/ระบุนความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้ถูกต้องและครบถ้วน
2	นักเรียนเลือก/ระบุนความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
1	นักเรียนเลือก/ระบุนความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้ไม่ถูกต้อง
0	นักเรียนไม่สามารถเลือก/ระบุนความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้

ด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาคด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ และนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
2	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาคด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
1	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาคด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ไม่เหมาะสม และคำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการอธิบาย
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายแนวทางหรือแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาคด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้

2.5 สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย

2.5.1 รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม วุฒิศึกษาดุขฎฐิบัณฑิต  
ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2.5.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณช วรอำศวปติ ศรีสะอาด วุฒิปรัชญาดุซษฎุบัณชิต ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสุตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

2.5.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล วุฒิปรัชญาดุซษฎุบัณชิต ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

2.5.4 นายอุเทน กาญจจิตร วุฒิการศึกษามหาบัณชิต ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

2.5.5 นายดำรงศักดิ์ ปัญญาทิพย์ วุฒิการศึกษามหาบัณชิต ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

2.6 นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับนิยามการเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามนิยาม

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามนิยาม

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามนิยาม

2.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยสมบััติมีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธณี, 2546) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 โดยพบว่า ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.60 – 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ และได้มีการปรับแก้ความยาก - ง่าย ของข้อสอบให้มีความง่ายขึ้น เนื่องจากอาจเกิดการทำไม่ทันตามเวลาที่กำหนด อีกทั้งมีการปรับแก้เกี่ยวกับภาษา และเงื่อนไขของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้อง และครอบคลุมมากยิ่งขึ้น (รายละเอียดดังภาคผนวก ค)

2.8 นำแบบทดสอบที่ได้รับพิจารณาแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จำนวน 38 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ และตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

2.9 นำคะแนนจากการทดสอบเบื้องต้นมาคำนวณหาคุณภาพ ประกอบด้วย อำนาจจำแนกของจากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอตัณยของวิทนีย์และซาเบอร์ส (D.R Whitney and D.L Sabers) และค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient Reliability) ของคอนนาค (Cronbach) ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นในวงจร

ปฏิบัติการที่ 1 เท่ากับ 0.79 วงจรปฏิบัติการที่ 2 เท่ากับ 0.79 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เท่ากับ 0.81 (รายละเอียดตั้งภาคผนวก ค)

2.10 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำไปจัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

### 3. แบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะใช้ทำการประเมินพฤติกรรม ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

3.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2 สร้างแบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยเป็นแบบประเมิน ที่มีโครงสร้าง ซึ่งมีพฤติกรรมที่ผู้วิจัยได้ทำการประเมินพฤติกรรม ดังปรากฏในตารางที่ 9 ตารางที่ 9 พฤติกรรมบ่งชี้การมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากการวิเคราะห์ ตามเกณฑ์การประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ด้านการประเมิน	พฤติกรรมที่ประเมิน
เชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างครบถ้วน ถูกต้อง และเหมาะสม</li> <li>2. ตัดสินใจได้ว่าต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดก่อนและเรื่องใดหลัง และให้เหตุผลในการตัดสินใจได้</li> </ol>
การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นำความรู้ และทักษะต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้ในการอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วน ถูกต้อง และเหมาะสม</li> <li>2. การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องและเหมาะสม</li> </ol>

3.3 นำแบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม โดยอาจารย์ที่ปรึกษาให้ปรับข้อคำถามให้มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ปรับแก้เกณฑ์ในการประเมินให้มีความชัดเจนและง่ายต่อการทำความเข้าใจ

3.4 นำแบบประเมินพฤติกรรมที่เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของประเด็นในการประเมินพฤติกรรมกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน ซึ่งประกอบด้วย

3.4.1 รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม วุฒิการศึกษาดุสิตบัณฑิต ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3.4.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณช วรอำศวปติ ศรีสะอาด วุฒิปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

3.4.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล วุฒิปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

3.4.4 นายอุเทน กาญจวิจิตร วุฒิการศึกษามหาบัณฑิต ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

3.4.5 นายดำรงศักดิ์ ปัญญาทิพย์ วุฒิการศึกษามหาบัณฑิต ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

3.5 นำแบบประเมินพฤติกรรมที่เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องของประเด็นในการประเมินพฤติกรรมกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

คะแนน +1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน
คะแนน 0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน
คะแนน -1	เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน

3.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างด้านการประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน โดยสมบัตินี้มีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 โดยพบว่า ค่าความสอดคล้องของแบบประเมิน

พฤติกรรมกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ตามเชิงพฤติกรรมที่ใช้ได้ (รายละเอียดดังภาคผนวก ค)

3.7 นำแบบประเมินพฤติกรรมที่ได้รับพิจารณาแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย เพื่อหาข้อบกพร่องของแบบประเมินพฤติกรรม เมื่อพบข้อบกพร่องแล้วนำข้อบกพร่องนั้นมาแก้ไข

3.8 นำแบบประเมินพฤติกรรมที่ได้ปรับปรุงแก้ไขและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำไปจัดพิมพ์แบบประเมินพฤติกรรมกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

#### 4. แบบสัมภาษณ์นักเรียน

เป็นแนวคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อให้ได้รายละเอียดที่ชัดเจนยิ่งขึ้นเกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยนำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มเกิดการเรียนรู้ที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบ Model-Eliciting Activities ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการสร้าง ดังนี้

4.1 วิเคราะห์องค์ประกอบของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างประเด็นคำถาม

4.2 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนจากหนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4.3 ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียน ที่มีลักษณะกึ่งโครงสร้าง เพื่อให้ครอบคลุมทุกข้อคำถามในแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์ ปรากฏในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ประเด็นคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อบ่งชี้การมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	ประเด็นคำถาม
การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1. นักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง 2. เพราะเหตุใดนักเรียนถึงเลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนี้
การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1. นักเรียนมีการวางแผนในการแก้ปัญหายังไง



ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	ประเด็นคำถาม
	2. ในการดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนมีอุปสรรคหรือปัญหาหรือไม่ เพราะเหตุใด

4.4 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อทำการตรวจสอบและดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียน ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบ

4.5.1 รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม วุฒิการศึกษาดุสิตบัณฑิต ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

4.5.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณช วรวัศวปติ ศรีสะอาด วุฒิปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

4.5.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนต์รี ทองมูล วุฒิปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คณิตศาสตร์และแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

4.5.4 นายอุเทน กาญจจิตร วุฒิศึกษามหาบัณฑิต ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

4.5.5 นายดำรงศักดิ์ ปัญญาทิพย์ วุฒิศึกษามหาบัณฑิต ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 27 ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการ

ทราบ

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการ

ทราบ

4.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อ กับประเด็นที่ต้องการทราบโดยสมมติมีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี, 2546) แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 ผลการพิจารณาพบว่าแบบสัมภาษณ์นักเรียนมีค่าความ

สอดคล้องเท่ากับ 1.00 ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามพฤติกรรมชีวิต (รายละเอียดดังภาคผนวก ค)

4.7 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ได้รับพิจารณาแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย เพื่อหาข้อบกพร่องของแบบสัมภาษณ์นักเรียน เมื่อพบข้อบกพร่องแล้วนำข้อบกพร่องนั้นมาแก้ไข

4.8 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำไปจัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์นักเรียน และนำเครื่องมือไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

### การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

#### ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนแนวคิดของ เคมมิส และแม็คแทกการ์ท (Kemmis and McTaggart, 1989 อ้างอิงมาจาก ประสาท เนืองเฉลิม, 2561) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยดำเนินการทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ

รายละเอียดแต่ละวงรอบปฏิบัติการมีดังนี้

#### วงจรปฏิบัติการที่ 1

##### ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. สสำรวจและสังเกตสภาพปัญหาของผู้เรียนรวมทั้งศึกษาความต้องการและศักยภาพพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัยที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และผลการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย กำหนดเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาทฤษฎี แนวคิดงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดและสร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย

3. ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ซึ่งประกอบด้วย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities แบ่งออกเป็น 12 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 12 ชั่วโมง 3 วงจรปฏิบัติการ วงจรละ 4 แผนการจัดการเรียนรู้

3.2 แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี๋ย และมูลค่าของเงิน ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัยจำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ

3.3 แบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3.4 แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบร้อยแล้ว นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อรับคำปรึกษา คำแนะนำ และพร้อมแก้ไข

5. นำเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องและความถูกต้อง เหมาะสมของผลการเรียนรู้

6. ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ ตามที่ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำ

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับพิจารณาแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย เพื่อหาข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อพบข้อบกพร่องแล้วนำข้อบกพร่องนั้นมาแก้ไข

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และจัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

#### ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ที่พัฒนาขึ้น นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การคิดดอกเบี๋ยทบต้น

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การคิดดอกเบี๋ยทบต้น (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การคิดดอกเบี๋ยทบต้น (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การคิดดอกเบี๋ยทบต้น (ต่อ)

#### ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

1. ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ประเมินพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยนำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังสิ้นสุด

กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบที่ได้จัดทำไว้ซึ่งประกอบด้วย ประเภทอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ

3. ทำการสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยทำการสัมภาษณ์หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบนักเรียนทั้งสองกลุ่มว่าเกิดการเรียนรู้ที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

#### ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมจากแบบประเมินพฤติกรรมแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และแบบสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นในวงจรปฏิบัติที่ 2

#### วงจรปฏิบัติการที่ 2

##### ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. สํารวจและสังเกตสภาพปัญหาของผู้เรียนจากขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

2. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities และเพิ่มวิธีแนวทางการแก้ไขปัญหจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยเพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบผังก้างปลา

##### ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบผังก้างปลาที่พัฒนาขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การคิดดอกเบี้ยทบต้น (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคต

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคต (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคต (ต่อ)

##### ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

1. ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ประเมินพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยนำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบที่ได้จัดทำไว้ซึ่งประกอบด้วย ประเภ้อัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ

3. ทำการสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยทำการสัมภาษณ์หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบนักเรียนทั้งสองกลุ่มว่าเกิดการเรียนรู้ที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

#### ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมจากแบบประเมินพฤติกรรมแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และแบบสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3

#### วงจรปฏิบัติการที่ 3

##### ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. สืบค้นและสังเกตสภาพปัญหาของผู้เรียนจากขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 ของวงจรปฏิบัติการที่ 2
2. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities และเพิ่มวิธีแนวทางการแก้ปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยปรับปรุงเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบผังก้างปลาพร้อมด้วย

##### ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบผังก้างปลาที่พัฒนาขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่ม

เป้าหมาย เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ค่าคงที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง ค่าคงที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวด (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง ค่าคงที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง ค่าคงที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวด (ต่อ)

#### ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

1. ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ประเมินพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีปัญหาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
2. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยนำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบที่ได้จัดทำไว้ซึ่งประกอบด้วย ประเภ้อัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ
3. ทำการสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยทำการสัมภาษณ์หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบนักเรียนทั้งสองกลุ่มว่าเกิดการเรียนรู้ที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

#### ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

#### การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

##### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ), ร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ ) และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมและการสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากการเก็บข้อมูลจากแบบประเมินพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์นักเรียน นำมาวิเคราะห์ ดีความและสรุปในรูปแบบของการเขียนบรรยาย

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

#### 1. สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 การหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และจุดประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้สูตร  $IOC$  แล้วหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) สูตรหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้

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

เมื่อ  $IOC$  แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$R$  แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$n$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

$\sum$  แทน ผลรวม

1.2 อำนาจจำแนกของแบบทดสอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของวิทนีและซาเบอร์ส (D.R Whitney and D.L Sabers) (จตุภูมิ เขตจัตุรัส, 2560) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ  $r$  แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

$S_H$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

$S_L$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

$N$  แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$  แทน คะแนนสูงสุด

$X_{\min}$  แทน คะแนนต่ำสุด

1.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค (Cronbach) (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $\alpha$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

## 2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ซัชวาลย์ เรื่องประพันธ์, 2542) ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
$x$	แทน	คะแนน
$n$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
$\sum$	แทน	ผลรวม

2.2 ร้อยละ (Percentage) (ซัชวาลย์ เรื่องประพันธ์, 2542) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$p = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ $p$	แทน	ร้อยละ
$f$	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
$n$	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ซัชวาลย์ เรื่องประพันธ์, 2542) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ $s$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$x$	แทน	คะแนน
$n$	แทน	จำนวนผู้เรียน
$\sum$	แทน	ผลรวม



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

$n$	แทน	จำนวนข้อมูล
$N$	แทน	จำนวนนักเรียนที่คะแนนผ่านเกณฑ์
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
$S.D.$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum x$	แทน	ผลรวม

### ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด
2. ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบสัมภาษณ์นักเรียนของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการดำเนินการตามขั้นตอนในการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) เป็นจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด ซึ่งผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 27 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยจะทำการทดสอบหลังจากใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities แต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยนำคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย เพื่อวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ดังปรากฏในตารางที่ 11 ตารางที่ 11 ตารางวิเคราะห์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ และเทียบเกณฑ์

คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์									
นักเรียนคนที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (18)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60	คะแนน (18)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60	คะแนน (18)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60
1	14	77.78	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน
2	11	61.11	ผ่าน	11	61.11	ผ่าน	12	66.67	ผ่าน
3	12	66.67	ผ่าน	14	77.78	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (18)	ร้อยละ	เขียนเกณฑ์ร้อยละ 60	คะแนน (18)	ร้อยละ	เขียนเกณฑ์ร้อยละ 60	คะแนน (18)	ร้อยละ	เขียนเกณฑ์ร้อยละ 60
4	13	72.22	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน
5	15	83.33	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน	18	100.00	ผ่าน
6	15	83.33	ผ่าน	11	61.11	ผ่าน	18	100.00	ผ่าน
7	13	72.22	ผ่าน	12	66.67	ผ่าน	11	61.11	ผ่าน
8	8	44.44	ไม่ผ่าน	13	72.22	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน
9	7	38.89	ไม่ผ่าน	11	61.11	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน
10	13	72.22	ผ่าน	14	77.78	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน
11	7	38.89	ไม่ผ่าน	15	83.33	ผ่าน	11	61.11	ผ่าน
12	3	16.67	ไม่ผ่าน	6	33.33	ไม่ผ่าน	11	61.11	ผ่าน
13	6	33.33	ไม่ผ่าน	5	27.78	ไม่ผ่าน	15	83.33	ผ่าน
14	14	77.78	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน
15	13	72.22	ผ่าน	12	66.67	ผ่าน	11	61.11	ผ่าน
16	4	22.22	ไม่ผ่าน	12	66.67	ผ่าน	14	77.78	ผ่าน
17	6	33.33	ไม่ผ่าน	11	61.11	ผ่าน	11	61.11	ผ่าน
18	7	38.89	ไม่ผ่าน	4	22.22	ไม่ผ่าน	18	100.00	ผ่าน
19	5	27.78	ไม่ผ่าน	6	33.33	ไม่ผ่าน	18	100.00	ผ่าน
20	4	22.22	ไม่ผ่าน	14	77.78	ผ่าน	13	72.22	ผ่าน
21	14	77.78	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน	11	61.11	ผ่าน
22	7	38.89	ไม่ผ่าน	12	66.67	ผ่าน	11	61.11	ผ่าน
23	7	38.89	ไม่ผ่าน	5	27.78	ไม่ผ่าน	14	77.78	ผ่าน
24	14	77.78	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน
25	4	22.22	ไม่ผ่าน	6	33.33	ไม่ผ่าน	12	66.67	ผ่าน

นักเรียนคนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (18)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60	คะแนน (18)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60	คะแนน (18)	ร้อยละ	เทียบเกณฑ์ร้อยละ 60
26	13	72.22	ผ่าน	14	77.78	ผ่าน	11	61.11	ผ่าน
27	15	83.33	ผ่าน	14	77.78	ผ่าน	14	77.78	ผ่าน
$\bar{X}$	9.78	54.32	ไม่ผ่าน	11.56	64.20	ผ่าน	13.85	76.95	ผ่าน
S.D.	4.16	23.13		3.68	20.46		2.43	13.49	

จากตารางที่ 11 พบว่า คะแนนรวมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 54.32 วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.20 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.95 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น เมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ และพบว่านักเรียนทุกคนมีคะแนนเฉลี่ยของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

2. ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบสัมภาษณ์นักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ดังนี้

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์พฤติกรรมของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบสัมภาษณ์นักเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้เวลา 4 ชั่วโมงต่อ 1 ชุดแบบประเมินพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์ วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้เวลา 1 ชั่วโมงต่อ 1 ชุดแบบประเมินพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์ และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้เวลา 2 ชั่วโมงต่อ 1 ชุดแบบประเมินพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์ เนื่องจากเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมี

ความสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน เพื่อให้นักเรียนได้คุ้นเคยกับรูปแบบการสอนที่ได้รับ ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะสมที่จะเห็นพฤติกรรมของนักเรียนชัดเจน และนำปัญหาที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขในชั่วโมงถัดไป

#### วงจรปฏิบัติการที่ 1

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 อ่านสถานการณ์สั้นๆ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม ขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา ขั้นตอนที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง ดอกเบี้ยวทนต์ ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 54.32 โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด จำนวน 14 คน จากนักเรียนทั้งหมด 27 คน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบ่งรายละเอียดเป็น 2 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้พิจารณาข้อมูลรายชื่อของแบบทดสอบ ดังปรากฏในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

นักเรียนคนที่	คะแนนรวมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						รวม (18)	ร้อยละ	การประเมิน
	ด้านที่ 1			ด้านที่ 2					
	ข้อที่ 1 (3)	ข้อที่ 2 (3)	ข้อที่ 3 (3)	ข้อที่ 1 (3)	ข้อที่ 2 (3)	ข้อที่ 3 (3)			
1	2	2	2	3	2	3	14	77.78	ผ่าน
2	1	1	2	2	2	3	11	61.11	ผ่าน
3	1	2	2	2	2	3	12	66.67	ผ่าน
4	1	2	2	2	3	3	13	72.22	ผ่าน
5	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
6	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
7	2	2	2	2	3	2	13	72.22	ผ่าน
8	1	1	1	2	1	2	8	44.44	ไม่ผ่าน
9	0	1	1	1	2	2	7	38.89	ไม่ผ่าน
10	2	2	2	2	3	2	13	72.22	ผ่าน

นักเรียนคนที่	คะแนนรวมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						รวม (18)	ร้อยละ	การประเมิน
	ด้านที่ 1			ด้านที่ 2					
	ข้อที่ 1 (3)	ข้อที่ 2 (3)	ข้อที่ 3 (3)	ข้อที่ 1 (3)	ข้อที่ 2 (3)	ข้อที่ 3 (3)			
11	1	0	1	2	1	2	7	38.89	ไม่ผ่าน
12	0	0	0	1	1	1	3	16.67	ไม่ผ่าน
13	0	0	2	1	1	2	6	33.33	ไม่ผ่าน
14	2	2	1	3	3	3	14	77.78	ผ่าน
15	1	1	2	3	3	3	13	72.22	ผ่าน
16	0	0	0	1	1	2	4	22.22	ไม่ผ่าน
17	0	1	1	1	2	1	6	33.33	ไม่ผ่าน
18	1	1	0	2	2	1	7	38.89	ไม่ผ่าน
19	1	0	1	1	1	1	5	27.78	ไม่ผ่าน
20	1	1	0	1	1	0	4	22.22	ไม่ผ่าน
21	2	2	2	3	2	3	14	77.78	ผ่าน
22	1	1	0	2	2	1	7	38.89	ไม่ผ่าน
23	0	1	0	2	2	2	7	38.89	ไม่ผ่าน
24	2	2	2	2	3	3	14	77.78	ผ่าน
25	0	1	0	1	1	1	4	22.22	ไม่ผ่าน
26	2	1	2	3	2	3	13	72.22	ผ่าน
27	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
$\bar{X}$	1.11	1.22	1.26	2.00	2.04	2.15	9.78	54.32	ไม่ผ่าน
S.D.	0.80	0.75	0.82	0.78	0.81	0.91	4.91		
	$\bar{X}_1 = 1.20$			$\bar{X}_2 = 2.06$					

จากตารางที่ 12 พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 และด้านที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย 1.20 และ 2.06 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาทันทีโดยไม่ได้ระบุนความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และนักเรียนบาง

คนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงได้ แต่เป็นความรู้ที่ไม่มีเกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำหนด มีข้อผิดพลาดด้านการใช้สูตร กฎ บทนิยาม ทฤษฎีและสมบัติต่าง ๆ

ผลการประเมินพฤติกรรมนักเรียนที่บ่งบอกถึงการมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities โดยทำการวิเคราะห์พัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การทำใบกิจกรรม และการทำแบบฝึกหัดของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ดอกเบี๊ยบตัน ซึ่งได้จากการประเมิน 2 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหามathematics คณิตศาสตร์ ดังนี้

ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถระบุได้ว่าใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ บทนิยาม ทฤษฎี หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามathematics คณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหามาจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง เหมาะสม และครบถ้วน โดยนักเรียนบางส่วนที่ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม ซึ่งนักเรียนได้นำความรู้เรื่องอนุกรมเรขาคณิต เลขยกกำลัง นำมาต่อยอดเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ดังตัวอย่างรูปที่ 11

การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหามathematics คณิตศาสตร์

วินิตะปอร์, ธีรภัท, ดอกเข็มหมัด, เสวยจรเรธา, เลขาพดแก้ว

รูปที่ 11 ตัวอย่างการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาของนักเรียน

ซึ่งนักเรียนเข้าใจความหมายและสัญลักษณ์แล้วจากบทนิยามของดอกเบี๊ยบตัน และครูผู้สอนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง จากการประเมินพฤติกรรม และการตรวจแบบฝึกหัดพบว่านักเรียนสามารถตัดสินใจได้ว่าจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดก่อนและเรื่องใดหลัง และสามารถนำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้ระบุไว้มาผสมผสาน เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ไม่รู้ว่าจะแก้ปัญหานี้อย่างไร และไม่สามารถบอกได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ โดยครูผู้สอนได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

ด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหามathematics คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายแนวทางหรือขั้นตอนในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและ

เหมาะสม สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ระบุไว้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาและคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถอธิบายแนวทางหรือขั้นตอนการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนจดจำความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วไม่ได้และนำความรู้ที่ได้ระบุไว้ไปใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างรูปที่ 12

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ให้สูตร  $P(1+r)^n$  เมื่อ  $r = \frac{i}{100}$

P แทนเงินต้นคือฝาก  
i อัตราดอกเบี้ยต่อปี  
n เมื่อสิ้นปีคือ  $n \rightarrow n=1, 2, 3, 4, 5, \dots, n$

เมื่อฝากครบปีที่ 2 จะได้  $P(1+r)^n$ ;  $r = \frac{i}{100}$   
 $= 10,000(1+0.1)^2$   
 $= 12,100$   $= \frac{10}{100} = 0.1$

เมื่อฝากครบปีที่ 3 จะได้  $P(1+r)^n$ ;  $r = \frac{i}{100}$   
 $= 10,000(1+0.1)^3$   
 $= 13,310$   $= \frac{10}{100} = 0.1$

0 รวม 2 ปี + 3 ปี = 25,410 บาท

รูปที่ 12 ตัวอย่างแบบฝึกหัดที่นักเรียนได้อธิบายแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แต่ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาไม่ชัดเจน

นอกจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม โดยจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นดังนี้

1. การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนไม่สามารถระบุและนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนแล้วไปเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ไม่รู้ว่าจะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาใช้ในการแก้ปัญหา”

(นักเรียนคนที่ 5, 13 มกราคม 2563: สัมภาษณ์)

“ไม่รู้ว่าจะเขียนความรู้ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างไร”

(นักเรียนคนที่ 14, 16 มกราคม 2563: สัมภาษณ์)

2. การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า นักเรียนไม่คุ้นเคยกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสถานการณ์ปัญหายาว ๆ อีก



ทั้งยังมีความเห็นว่าโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสถานการณ์มีความยากกว่าโจทย์ปัญหาที่เป็นรูปแบบธรรมดาที่ได้เรียนมา ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ผมไม่รู้ว่าจะต้องเริ่มแก้ปัญหามาจากสถานการณ์อย่างไร”

(นักเรียนคนที่ 18, 13 มกราคม 2563: สัมภาษณ์)

“หนูไม่มั่นใจว่าวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้นถูกต้องหรือไม่”

(นักเรียนคนที่ 25, 16 มกราคม 2563: สัมภาษณ์)

หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในวงจรปฏิบัติที่ 1 แล้ว ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นปัญหาจากการประเมินพฤติกรรม ร่วมกับการทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน ของนักเรียน และแนวทางการแก้ไขมีรายละเอียด ดังปรากฏในตารางที่ 13 ตารางที่ 13 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พร้อมแนวทางแก้ไข

ปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรม	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหามาได้	1. ครูควรอธิบายถึงการนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับการแก้สถานการณ์ปัญหา
2. นักเรียนไม่สามารถระบุหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้	2. ยกตัวอย่างการนำความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว มาแก้สถานการณ์ปัญหา
3. นักเรียนยังแก้ปัญหามาได้ไม่คล่อง	3. ควรยกตัวอย่างการแก้ปัญหามาให้ครอบคลุม
4. นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมน้อยเกินไป	4. ลดตัวอย่างที่ซ้ำ ๆ กัน หรือง่ายจนเกินไป ควรยกตัวอย่างที่ครอบคลุมเนื้อหาเพียง 1-2 ตัวอย่าง และควรให้ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนบางกลุ่มที่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ
5. นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการระบุหลักการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา	5. ครูยกตัวอย่างที่ครอบคลุมโดยการเขียนระบุหลักการ และแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์นักเรียน สามารถบอกได้ว่า เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ดอกเบญจมาศ

ต้น โดยนักเรียนได้เรียนรู้ความหมายของดอกเบี๋ยทบตัน และวิธีการหาเงินรวมของดอกเบี๋ยทบตัน ผลที่ได้คือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกได้ว่าดอกเบี๋ยทบตันสามารถใช้ความรู้เรื่องใดบ้างที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีปัญหาด้านการแก้ปัญหาไม่คล่อง แก้สมการผิดและนำความรู้ที่เรียนมาแล้ว เช่น ฟังก์ชันลอการิทึม ใช้ในการแก้สมการผิด และมีนักเรียนเพียง 1-2 คนในกลุ่มที่ช่วยกันทำกิจกรรม ผู้วิจัยจึงได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด โดยเพิ่มเทคนิคผังก้างปลา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความมั่นใจในการเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น เนื่องจากเทคนิคผังก้างปลาช่วยให้นักเรียนมองเห็นเนื้อหาหลักและเนื้อหาย่อยที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามา ส่งผลให้นักเรียนได้คิดอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายได้ว่าจำเป็นต้องใช้ความรู้เรื่องใดในการแก้สถานการณ์ปัญหา

#### วงจรปฏิบัติการที่ 2

หลังจากที่ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ครูผู้สอนให้ความสำคัญในขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา โดยใช้เทคนิคผังก้างปลาในการวิเคราะห์การนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้ในการแก้ปัญหามา ส่งผลให้นักเรียนได้มีความมั่นใจในการเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น เนื่องจากมีนักเรียนภายในกลุ่มเพียง 1-2 คน เท่านั้นที่ทำกิจกรรม ซึ่งการนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ภายในกลุ่ม เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วนำไปใช้ในการแก้ปัญหามา ส่งผลให้นักเรียนได้มีความมั่นใจในการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา และเพิ่มความสนใจในครูผู้สอนก่อนเริ่มการเรียนการสอน พร้อมยกตัวอย่างที่ครอบคลุมและเน้นตัวอย่างที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างที่สามารถนำไปปรับใช้หรือต่อยอดในข้ออื่น ๆ ได้ มีรางวัลสำหรับผู้ตอบคำถามได้คะแนนสูงที่สุด และมีกรร่วมกันสรุปความรู้ที่เรียนพร้อมกับผู้เรียน โดยครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นผู้เรียนผ่านคำถามซึ่งวงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย เรื่อง ดอกเบี๋ยทบตัน มูลค่าปัจจุบัน และมูลค่าอนาคต

จากตารางที่ 11 คะแนนรวมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model - Eliciting Activities ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.20 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 21 คน จากนักเรียนทั้งหมด 27 คน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบ่งรายละเอียดเป็น 2

ด้าน คือ ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ ด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้พิจารณาข้อมูลรายชื่อของแบบทดสอบ ดังปรากฏในตารางที่ 14 ตารางที่ 14 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนคนที่	คะแนนรวมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						รวม (18)	ร้อยละ	การประเมิน
	ด้านที่ 1			ด้านที่ 2					
	ข้อที่ 1 (3)	ข้อที่ 2 (3)	ข้อที่ 3 (3)	ข้อที่ 1 (3)	ข้อที่ 2 (3)	ข้อที่ 3 (3)			
1	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
2	2	2	0	3	3	1	11	61.11	ผ่าน
3	2	2	2	3	3	2	14	77.78	ผ่าน
4	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
5	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
6	2	2	0	2	3	2	11	61.11	ผ่าน
7	2	2	2	2	2	2	12	66.67	ผ่าน
8	1	2	1	3	3	3	13	72.22	ผ่าน
9	2	1	1	3	2	2	11	61.11	ผ่าน
10	2	2	2	3	2	3	14	77.78	ผ่าน
11	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
12	1	1	0	2	2	0	6	33.33	ไม่ผ่าน
13	1	1	1	0	0	2	5	27.78	ไม่ผ่าน
14	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
15	2	1	2	2	2	3	12	66.67	ผ่าน
16	2	1	1	2	3	3	12	66.67	ผ่าน
17	1	2	2	1	2	3	11	61.11	ผ่าน

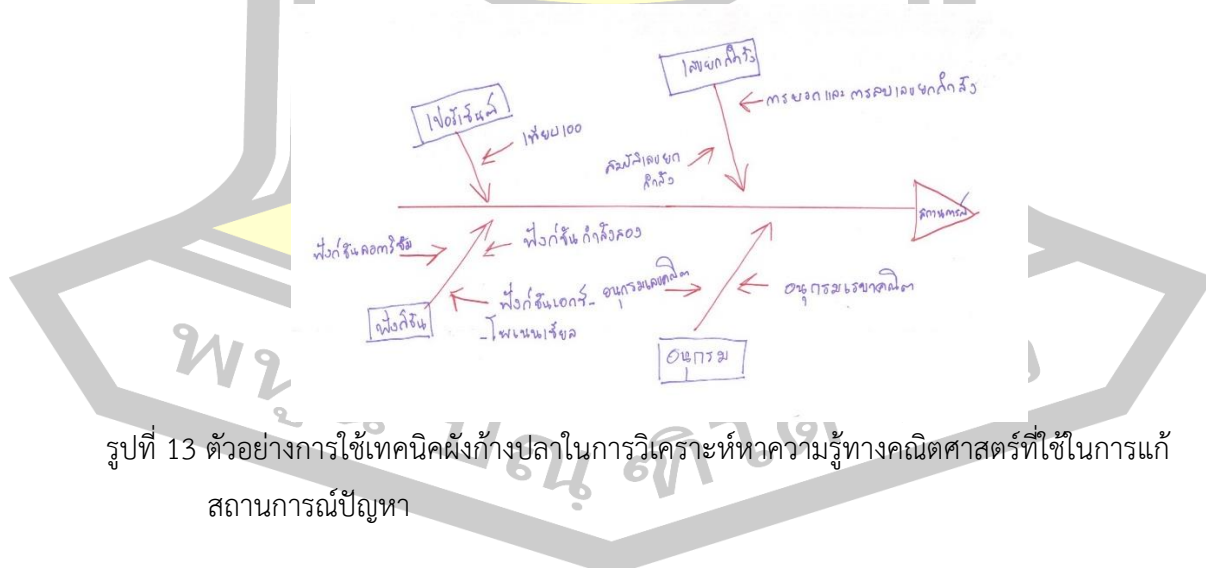
นักเรียนคนที่	คะแนนรวมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						รวม (18)	ร้อยละ	การประเมิน
	ด้านที่ 1			ด้านที่ 2					
	ข้อที่ 1 (3)	ข้อที่ 2 (3)	ข้อที่ 3 (3)	ข้อที่ 1 (3)	ข้อที่ 2 (3)	ข้อที่ 3 (3)			
18	1	0	0	1	1	1	4	22.22	ไม่ผ่าน
19	1	1	1	2	1	0	6	33.33	ไม่ผ่าน
20	1	2	2	3	3	3	14	77.78	ผ่าน
21	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
22	1	1	1	3	3	3	12	66.67	ผ่าน
23	0	0	1	1	1	2	5	27.78	ไม่ผ่าน
24	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
25	1	1	1	1	1	1	6	33.33	ไม่ผ่าน
26	2	2	2	2	3	3	14	77.78	ผ่าน
27	2	2	2	2	3	3	14	77.78	ผ่าน
$\bar{X}$	1.59	1.56	1.41	2.30	2.37	2.33	11.56	64.20	ผ่าน
S.D.	0.57	0.64	0.75	0.87	0.88	0.96	3.68	20.46	
	$\bar{X}_1 = 1.52$			$\bar{X}_2 = 2.33$					

จากตารางที่ 14 พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 และด้านที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย 1.52 และ 2.33 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังคงมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 เพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับการระบุนามที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น สามารถมองเห็นภาพรวมของวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาแล้ว นำมาระบุนามที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้

ผลการประเมินพฤติกรรมนักเรียนที่บ่งบอกถึงการมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผนจัดการเรียนรู้ เรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น มูลค่า

ปัจจุบันและมูลค่าอนาคต ซึ่งได้จากการประเมิน 2 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นจากเดิม เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น สามารถมองภาพรวมของตัวอย่างแล้วนำมาสร้างเป็นหลักการเพื่อใช้ประกอบการนำมาเชื่อมโยงในการแก้สถานการณ์ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุได้ว่าสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ บทนิยาม ทฤษฎี หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา นำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงและพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้แผนการเรียนรู้ที่ 4, 5 และ 6 เรื่อง ดอกเบี้ยทบต้น มูลค่าปัจจุบัน และมูลค่าอนาคต โดยผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างเรียงระดับความยากจากง่ายไปยาก และเน้นตัวอย่างที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น อีกทั้งใช้เทคนิคผังก้างปลาในการวิเคราะห์การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วนำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจได้ว่าต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดก่อน และเรื่องใดหลังได้อย่างเป็นระบบ ดังตัวอย่างรูปที่ 13



รูปที่ 13 ตัวอย่างการใช้เทคนิคผังก้างปลาในการวิเคราะห์หาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

จากการประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นเห็นได้ว่านักเรียนมีพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 อีกทั้งผู้วิจัยยังใช้คำถามที่มีลักษณะการแสดงวิธีทำได้หลายวิธี เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ศักยภาพการคิดของตนเองมากที่สุด โดยไม่มีถูกและผิด

ทำให้ผู้เรียนมีความกล้าที่จะแสดงวิธีคิดของตนเองออกมาแตกต่างจากเพื่อนภายในห้องเรียน แต่ยังคงพบนักเรียนบางส่วนยังไม่ระบุนะบบความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาไม่ชัดเจน และเว้นว่างไม่เขียนระบุนะบบความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา อีกทั้งยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่ยังแก้ปัญหาไม่ได้เนื่องจากไม่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปประยุกต์กับปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ เป็นผลมาจากนักเรียนคิดว่าในข้อนั้น ๆ หรือในบรรทัดนั้น ๆ เห็นได้ชัดเจนแล้วจึงไม่จำเป็นต้องระบุหลักการทางคณิตศาสตร์

ด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายแนวทางหรือขั้นตอนในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น เมื่อเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 สามารถนำความรู้ที่ได้ระบุไว้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม แต่มีนักเรียนส่วนน้อยที่ยังอธิบายแนวทางหรือขั้นตอนการแก้สถานการณ์ปัญหาผิด เนื่องจากเนื้อหาที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ระบุไว้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาไม่ถูกต้อง ดังตัวอย่างรูปที่ 14

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

$$\begin{aligned} 1) \text{ เงินรวมเมื่อฝาก 1 ปี} &= 600,000 + 600,000(0.03) = 618,000 \\ 2) \text{ เงินรวมเมื่อฝาก 2 ปี} &= 618,000 + 618,000(0.03) = 636,540 \\ 3) \text{ เงินรวมเมื่อฝาก 3 ปี} &= 636,540 + 636,540(0.03) = 655,636.2 \\ 4) \text{ เงินรวมเมื่อฝาก 4 ปี} &= 655,636.2 + 655,636.2(0.03) = 675,305.28 \\ 5) \text{ เงินรวมเมื่อฝาก 5 ปี} &= 675,305.28 + 675,305.28(0.03) = 695,964.43 \end{aligned}$$

รูปที่ 14 ตัวอย่างการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน

นอกจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด โดยจากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นดังนี้

1. การเลือก/ระบุนะบบความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนสามารถระบุและนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วไปเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหาได้ แต่นำความรู้เรื่องนั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาคิด ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“บางข้อหนูก็เข้าใจว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร แต่บางข้อหนูก็ไม่เข้าใจ”

(นักเรียนคนที่ 26, 27 มกราคม 2563: สัมภาษณ์)

“โจทย์ปัญหามันซับซ้อน ลืมวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ฟังก์ชันลอการิทึม”

(นักเรียนคนที่ 10, 30 มกราคม 2563: สัมภาษณ์)

2. การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด ซึ่งเกิดจากสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน และยากเกินกว่าที่นักเรียนจะเข้าใจด้วยตนเองในช่วงเริ่มแรกของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“หนูไม่รู้ว่าจะต้องทำอย่างไรกับสมการต่อคะ หนูจำสมบัติเรื่องนี้ไม่ได้ค่ะ แต่พอครูอธิบายสมบัติเรื่องนี้ หนูก็เริ่มจะแก้สมการได้บ้างแล้วค่ะ”

(นักเรียนคนที่ 27, 27 มกราคม 2563: สัมภาษณ์)

“ผมลืมแล้วครับครู ผมจำเรื่องที่เคยเรียนมาแล้วไม่ได้ครับ”

(นักเรียนคนที่ 12, 30 มกราคม 2563: สัมภาษณ์)

หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5, 6, 7 และ 8 ซึ่งได้มีการปรับแก้ไขจากปัญหาที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้ว ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นปัญหาจากการประเมินพฤติกรรม ร่วมกับการทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียนของนักเรียน และแนวทางการแก้ไขมีรายละเอียด ดังปรากฏในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 สรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พร้อมแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรม	แนวทางการแก้ไข
1. เนื่องจากมีการใช้เทคนิคแผนผังก้างปลาทำให้ให้นักเรียนใช้เวลานานกว่าปกติ	1. ครูควรกระตุ้นผู้เรียนเกี่ยวกับเวลาในการทำงานไม่ให้ล่วงเลยเวลาที่กำหนดไว้
2. นักเรียนบางส่วนยังแก้ปัญหาได้ไม่คล่อง	2. ควรยกตัวอย่างการแก้ปัญหาให้ครอบคลุม
3. นักเรียนบางส่วนไม่สามารถนำความรู้ในคานนั้น ๆ หรือก่อนหน้านั้น มาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3. ใช้การอภิปรายถาม - ตอบ ในแต่ละขั้นตอนให้นักเรียนอธิบาย และเขียนเพิ่มเติม
4. นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมน้อยเกินไป	4. ลดตัวอย่างที่ซ้ำ ๆ กัน หรือง่ายจนเกินไป ควรยกตัวอย่างที่ครอบคลุมเนื้อหาเพียง 1-2

ปัญหาที่พบระหว่างการจัดกิจกรรม	แนวทางการแก้ไข
	ตัวอย่าง และควรให้ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนบางกลุ่มที่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ
5. นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการระบุหลักการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา	5. ครูใช้การถาม - ตอบในแต่ละขั้นตอน และให้นักเรียนอธิบายและเขียนเพิ่มเติม

จากตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ดอกเบี๊ยบตัน มูลค่าปัจจุบัน และมูลค่าอนาคต พบว่า ปัญหาที่พบจากกิจกรรมการเรียนรู้คือ นักเรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนคิดในการแก้ปัญหา หรือทำกิจกรรมร่วมกัน ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงการใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังก้างปลา โดยให้นักเรียนทุกคนคิดวิเคราะห์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา จากนั้นทุกคนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์เพียง 1 เรื่อง ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการระบุหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหามากขึ้น ยังส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้คล่องมากขึ้น และทำให้นักเรียนทุกคนได้มีการทำกิจกรรมร่วมกันทุกคน

### วงจรปฏิบัติการที่ 3

หลังจากที่ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยใช้การจัดการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ครูผู้สอนจึงได้ปรับปรุงการใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังก้างปลา โดยให้นักเรียนทุกคนคิดวิเคราะห์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาเป็นของตนเองเพียง 1 เรื่อง จากนั้นนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ของทุกคนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเพียง 1 เรื่อง ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหามากขึ้น ยังส่งผลให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้คล่องมากขึ้น และทำให้นักเรียนทุกคนได้มีการทำกิจกรรมร่วมกันทุกคน

จากตารางที่ 11 คะแนนรวมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model - Eliciting Activities ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ



ละ 76.95 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 27 คน จากนักเรียนทั้งหมด 27 คน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบ่งรายละเอียดเป็น 2 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ ด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้พิจารณาข้อมูลรายชื่อของแบบทดสอบ ดังปรากฏในตารางที่ 16 ตารางที่ 16 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียนคนที่	คะแนนรวมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						รวม (18)	ร้อยละ	การประเมิน
	ด้านที่ 1			ด้านที่ 2					
	ข้อที่ 1 (2)	ข้อที่ 2 (2)	ข้อที่ 3 (2)	ข้อที่ 1 (2)	ข้อที่ 2 (2)	ข้อที่ 3 (2)			
1	2	3	2	2	3	3	15	83.33	ผ่าน
2	1	2	1	2	3	3	12	66.67	ผ่าน
3	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
4	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
5	3	3	3	3	3	3	18	100.00	ผ่าน
6	3	3	3	3	3	3	18	100.00	ผ่าน
7	1	1	0	3	3	3	11	61.11	ผ่าน
8	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
9	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
10	2	2	3	2	3	3	15	83.33	ผ่าน
11	2	1	2	3	1	2	11	61.11	ผ่าน
12	2	2	1	2	3	1	11	61.11	ผ่าน
13	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
14	2	2	2	3	3	3	15	83.33	ผ่าน
15	1	1	1	2	3	3	11	61.11	ผ่าน

นักเรียนคนที่	คะแนนรวมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						รวม (18)	ร้อยละ	การประเมิน
	ด้านที่ 1			ด้านที่ 2					
	ข้อที่ 1 (2)	ข้อที่ 2 (2)	ข้อที่ 3 (2)	ข้อที่ 1 (2)	ข้อที่ 2 (2)	ข้อที่ 3 (2)			
16	2	2	2	3	2	3	14	77.78	ผ่าน
17	2	0	2	3	1	3	11	61.11	ผ่าน
18	3	3	3	3	3	3	18	100.00	ผ่าน
19	3	3	3	3	3	3	18	100.00	ผ่าน
20	2	2	2	3	2	2	13	72.22	ผ่าน
21	1	1	1	3	3	2	11	61.11	ผ่าน
22	2	1	2	2	1	3	11	61.11	ผ่าน
23	2	2	2	3	3	2	14	77.78	ผ่าน
24	2	3	2	3	3	2	15	83.33	ผ่าน
25	1	1	1	3	3	3	12	66.67	ผ่าน
26	2	0	0	3	3	3	11	61.11	ผ่าน
27	1	1	3	3	3	3	14	77.78	ผ่าน
$\bar{X}$	1.93	1.81	1.89	2.78	2.70	2.74	13.85	76.95	ผ่าน
S.D.	0.62	0.88	0.85	0.42	0.67	0.53	2.43	13.49	
	$\bar{X}_1 = 1.88$			$\bar{X}_2 = 2.74$					

จากตารางที่ 16 พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 และด้านที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 1.88 และ 2.74 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังคงมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 และด้านที่ 2 เพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังชี้ให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 และด้านที่ 2 มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

ผลการประเมินพฤติกรรมนักเรียนที่บ่งบอกถึงการมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ค่าวงวัดที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวดและค่าวงวัดที่รับหรือจ่ายตอนปลายงวด ซึ่งได้จากการประเมิน 2 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ประเมินคะแนนพฤติกรรมของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้แผนการเรียนรู้ที่ 9, 10, 11 และ 12 เรื่อง ค่าวงวัดที่รับหรือจ่ายตอนต้นงวดและค่าวงวัดที่รับหรือจ่ายตอนปลายงวด พบว่า นักเรียนสามารถระบุการนำความรู้ หลักการ บทนิยาม ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา สามารถตัดสินใจได้ว่าเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดก่อนและเรื่องใดหลังเพื่อใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา และมีความมั่นใจในการแสดงวิธีคิดของตนเองมากขึ้น เมื่อพบว่าวิธีคิดของตนเองต่างจากเพื่อน จากนั้นเพื่อนทั้งห้องยังสามารถร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหา และระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่ออกมาแสดงความคิดเห็นของตนได้อีกด้วย และยังเป็นความร่วมมือกันตรวจสอบความถูกต้องอีกด้วย โดยผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างเรียงระดับความยากจากง่ายไปยาก และเน้นตัวอย่างที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างรูปที่ 15

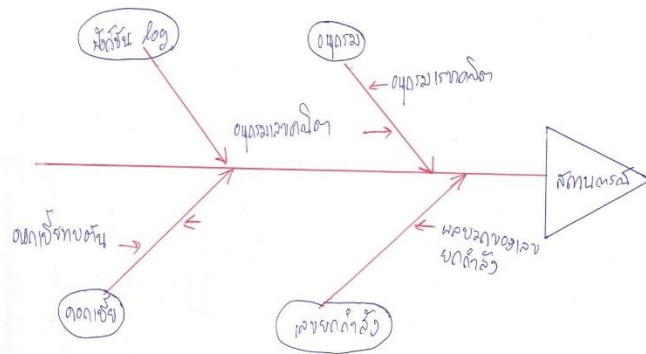
การเลือก/ระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- ให้ความช่วยเหลือ

- ให้กลุ่มเพื่อนช่วยตรวจสอบ

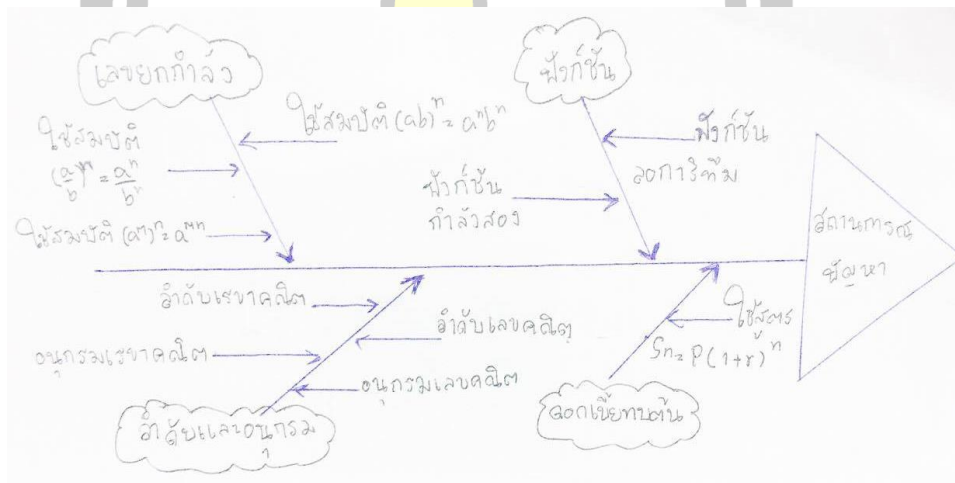
รูปที่ 15 ตัวอย่างการระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

อีกทั้งปรับปรุงการใช้เทคนิคผังก้างปลา โดยให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหา หลังจากนั้นนำผังก้างปลาของทุกคนภายในกลุ่มมาวิเคราะห์เพื่อเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์เพียง 1 เรื่อง ดังตัวอย่างรูปที่ 16



รูปที่ 16 ตัวอย่างการออกแบบผังก้างปลาแบบรายบุคคล

จากนั้นนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เพียง 1 เรื่องนั้น เสนอต่อกลุ่มของตนเองเพื่อร่วมกันอภิปรายในการออกแบบผังก้างปลาของกลุ่ม เพื่อนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยกันอภิปรายนั้นไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา ดังตัวอย่างรูปที่ 17



รูปที่ 17 ตัวอย่างการออกแบบผังก้างปลาของกลุ่ม

จากการประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นเห็นได้ว่านักเรียนมีพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 อีกทั้งผู้วิจัยยังใช้คำถามที่มีลักษณะการแสดงวิธีทำได้หลายวิธี เพื่อให้ให้นักเรียนได้ใช้ศักยภาพการคิดของตนเองมากที่สุด โดยไม่มีถูกและผิด ทำให้ผู้เรียนมีความกล้าที่จะแสดงวิธีคิดของตนเองออกมาแตกต่างจากเพื่อนภายในห้องเรียน นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบท และบทนิยามอื่น ๆ ไม่ว่าจะที่ได้เรียนมาในชั่วโมงก่อนๆ หรือชั่วโมงนั้น ๆ มาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา และระบุนความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา มีการคิดและสามารถอธิบายการแก้สถานการณ์ปัญหาได้มากยิ่งขึ้น

ด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายแนวทางหรือขั้นตอนในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้เหมาะสมและถูกต้อง สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง มีความมั่นใจในการอธิบายแนวทางในการแก้สถานการณ์ปัญหา เมื่อไม่เข้าใจจะยกมือถามครูผู้สอนทันทีโดยไม่ต้องรอให้ครูผู้สอนเดินเข้าไปถาม และยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่ต้องให้ครูผู้สอนช่วยในการอธิบายแนวทางการแก้สถานการณ์ปัญหา ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา เนื่องจากนักเรียนนำความรู้ที่ได้ระบุไว้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ไม่ถูกต้องและไม่สามารถจดจำวิธีการแก้ปัญหาในเรื่องที่ระบุไว้ไม่ได้ นักเรียนมักจะเว้นว่างไม่ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เนื่องจากนักเรียนเขียนอธิบายแต่ละขั้นตอนไม่ทันตามเวลาที่กำหนดให้และเนื้อหาค่อนข้างยากและซับซ้อน ดังตัวอย่างรูปที่ 18

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สูตร	$S_n = \frac{P[(1+i)^n - 1]}{i}$	$3,000,000 = \frac{P(0.265319)}{0.04}$
	$3,000,000 = \frac{P[(1+0.04)^6 - 1]}{0.04}$	$3,000,000 = \frac{P(6.6329)}{6.6329}$
	$3,000,000 = \frac{P[(1.04)^6 - 1]}{0.04}$	$P = \frac{3,000,000}{6.6329}$
	$3,000,000 = \frac{P(1.2633 - 1)}{0.04}$	ตามหลักเงิน $P \approx 252290 \text{ บาท}$ ✗

รูปที่ 18 ตัวอย่างการแก้ปัญหาจากสถานการณ์

นอกจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด โดยจากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นดังนี้

1. การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนสามารถระบุและนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ผมคิดว่าผมมีความเข้าใจในการเลือกสมบัติต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ค่อนข้างครับ”

(นักเรียนคนที่ 1, 12 กุมภาพันธ์ 2563: สัมภาษณ์)

“ผมรู้แล้วว่าต้องใช้ความรู้เรื่องใดในการแก้ปัญหาข้อนี้ครับ”

(นักเรียนคนที่ 6, 15 กุมภาพันธ์ 2563: สัมภาษณ์)

2. การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า นักเรียนคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ และสามารถอธิบายแนวทางในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ผมเข้าใจการแก้สมการมากขึ้นแล้วครับ แก้สมการได้คล่องขึ้นมากแล้วครับแต่บางทีผมก็ไม่รอบคอบ”

(นักเรียนคนที่ 3, 12 กุมภาพันธ์ 2563: สัมภาษณ์)

“บางข้อหนุกึงๆ ว่าหนูจะเริ่มแก้สมการนี้ยังไงคะ แต่พอถามครู หนูก็คิดออกทันทีเลยคะ”

(นักเรียนคนที่ 21, 15 กุมภาพันธ์ 2563: สัมภาษณ์)

หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับพฤติกรรมเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีเพิ่มขึ้นจากการสังเกตท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยจึงใช้เครื่องมือวิจัย คือ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มาทดสอบกับนักเรียนโดยได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 11

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงและแก้ไขจากการประเมินพฤติกรรมในชั้นเรียน แบบฝึกหัด การทำงานของนักเรียน และคะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้สรุปการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังปรากฏในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
1. อ่านสถานการณ์สั้นๆ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม	เริ่มต้นด้วยการอ่านสถานการณ์สั้นๆ และถามคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน	- เพิ่มเทคนิคแผนผังก้างปลา - มีการตกลงเงื่อนไขเกี่ยวกับการทำกิจกรรมโดยใช้แผนผังก้างปลา	- ปรับปรุงเทคนิคก้างปลาแบบรายบุคคลและนำมาเสนอต่อกลุ่ม - มีการตกลงเงื่อนไขเกี่ยวกับการทำ

ขั้นตอนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- อ่านสถานการณ์สั้นๆ</li> <li>- ใช้คำถามที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน</li> </ul>	กิจกรรมแบบเดี่ยวและกลุ่ม <ul style="list-style-type: none"> <li>- อ่านสถานการณ์สั้นๆ</li> <li>- ใช้คำถามที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน</li> </ul>
2. จัดการสถานการณ์ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนศึกษาจากใบความรู้เพื่อตอบปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้รับ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้ตัวอย่างที่ครอบคลุมกับเนื้อหาที่เรียน และสามารถปรับใช้กับสถานการณ์ปัญหาใหม่ๆ</li> <li>- สมาชิกในกลุ่มร่วมกันคิดวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลาวิเคราะห์การระบุหลักการทางคณิตศาสตร์ ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ให้ตัวอย่างที่ครอบคลุมกับเนื้อหาที่เรียน และสามารถปรับใช้กับสถานการณ์ปัญหาใหม่ๆ</li> <li>- ผู้เรียนแต่ละคนนำเสนอวิธีคิดของตนเองที่ได้เขียนในแผนผังก้างปลาต่อกลุ่มของตนเอง</li> </ul>
3. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีคิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีคิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีคิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน</li> </ul>
4. ประเมินผล	ประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมจากการทำงาน	ประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมจากการทำงาน	ประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมจากการทำงาน

จากตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินพฤติกรรมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ดอกเบี๋ยทบตัน มูลค่าปัจจุบัน และมูลค่าอนาคต พบว่า ปัญหาที่พบจากการกิจกรรมการเรียนรู้คือ นักเรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนคิดในการแก้ปัญหา หรือทำกิจกรรมร่วมกัน ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงการใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังก้างปลา โดยให้นักเรียนทุกคนคิดวิเคราะห์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาเป็นของตนเอง จากนั้นนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ของทุกคนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพียง 1 เรื่อง ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการระบุนความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหามากขึ้น ยังส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้คล่องมากขึ้น และทำให้นักเรียนทุกคนได้มีการทำกิจกรรมร่วมกันทุกคน และได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน





## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสรุปผล และอภิปรายผลดังต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด
2. เพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

#### สรุปผล

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 54.32 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 14 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยเพิ่มเทคนิคผังก้างปลาในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนได้คิดอย่างเป็นระบบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.20 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 21 คน และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยปรับปรุงเทคนิคผังก้างปลาเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน พบว่า นักเรียนมี

คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.95 เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์ มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนทั้งหมด โดยมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ทั้งหมด 27 คน อีกทั้งจากการประเมินพฤติกรรมจากแบบประเมินพฤติกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด 2 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านที่ 2 การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 และด้านที่ 2 คือ 1.20 และ 2.06 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาทันทีโดยไม่ได้ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 และด้านที่ 2 คือ 1.52 และ 2.33 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งนักเรียนยังคงมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 เพิ่มขึ้นจากเดิม และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 และด้านที่ 2 คือ 1.88 และ 2.74 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 และด้านที่ 2 เพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมาก และยังชี้ให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 และด้านที่ 2 มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

### อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน และศึกษาพัฒนาการของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.95 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนด โดยผลการวิจัยเป็นไปตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) อ่านสถานการณ์สั้น ๆ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม 2) จัดการสถานการณ์ 3) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ 4) ประเมินผล (Stohlmann, 2013) ในแต่ละขั้นตอนมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์ หลักการทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎี และบทนิยามต่าง ๆ โดยขั้นตอนที่ 1 อ่านสถานการณ์สั้น ๆ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์สั้น ๆ ให้นักเรียนได้อ่านทำความเข้าใจ โดยทำ

ความคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหา และนึกถึงความรู้ทักษะที่เกี่ยวข้อง ในการนำเสนอปัญหานั้น จะต้องเป็นปัญหาที่นักเรียนอาจไม่เคยพบมาก่อน จึงทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน และมีความกระตือรือร้นที่จะคิดหาคำตอบของปัญหานั้น ซึ่งสอดคล้องกับ กรมวิชาการ (2544ก) ที่ได้กล่าวว่า ครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหา และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนจัดกลุ่มให้กับนักเรียนโดยละความสามารถของนักเรียนที่เรียนเก่ง นักเรียนที่เรียนปานกลาง และนักเรียนที่เรียนอ่อน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน โดยสถานการณ์ปัญหาจะระบุถึงสิ่งที่นักเรียนจะต้องพิจารณา คือ องค์ประกอบสำคัญและวิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบ รวมถึงทฤษฎี บทนิยาม กฎ สูตร และสมบัติต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันและดำเนินการขององค์ประกอบนั้น โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey อ้างถึงใน ไพศาล สุวรรณน้อย, 2558) ที่ว่า การเรียนรู้เกิดจากการปฏิบัติหรือได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by doing)

ขั้นตอนที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทุกกลุ่มลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ โดยการเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบเอกสาร จากนั้นนักเรียนออกมานำเสนอวิธีนั้นหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาที่มีวิธีที่แตกต่างกันหรือเหมือนกัน โดยครูผู้สอนจะใช้คำถามเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหานักเรียนว่าถ่ายทอดความเข้าใจของผู้อื่น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร โดยอธิบาย เพื่อฝึกพิจารณาความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหานักเรียนเพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอ และนำเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากกลุ่มตนเอง ไปปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหานักเรียนของตนเอง ตรงกับที่ สิริพร ทิพย์คง (2536) ได้แนะนำครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้คิดหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในข้อนั้น ๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการที่คิดและทำในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน และขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหานักเรียนของตนเองและกลุ่มเพื่อน ว่ามีความเหมาะสมตรงกับความต้องการของสถานการณ์ปัญหา และมีส่วนร่วมใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ โดยให้นักเรียนอธิบาย หลังจากนั้นให้นักเรียนประเมินความรู้กลุ่มของตนเอง และประเมินความรู้ ทักษะ และวิธีการที่นักเรียนสร้างขึ้นใช้ในการแก้ปัญหา

จากการประเมินพฤติกรรมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้การวิจัยปฏิบัติการ เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาคุณลักษณะ พฤติกรรมที่ต้องการ โดยดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการ ซึ่งในแต่ละวงจร

ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ โดยทั้ง 4 ขั้นตอนจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องในทุก ๆ กิจกรรม มีการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียนทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ของตนเอง เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป (Kemmis and McTaggart, 1989 อ้างอิงมาจากประสาธน์เนื่องเฉลิม, 2561) ทำให้สามารถแก้ปัญหาและพัฒนาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งจากการสะท้อนผลเป็นวงจรปฏิบัติการ การวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) โดยแบ่งออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด ทำการพัฒนาทั้งสิ้นจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 54.32 ซึ่งคะแนนอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทั้งหมด มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 14 คน ที่เป็นเช่นนี้เพราะการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยังไม่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากพอ และนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้มาก่อน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสับสนในขั้นตอนการจัดการกิจกรรม และจากการประเมินพฤติกรรมจากแบบประเมินพฤติกรรมเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 และด้านที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ย 1.20 และ 2.06 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาทันทีโดยไม่ได้ระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และนักเรียนบางคนสามารถระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงได้ แต่เป็นความรู้ที่ไม่มีเกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำหนด มีข้อผิดพลาดด้านการใช้สูตร กฎ บทนิยาม ทฤษฎีและสมบัติต่าง ๆ โดยในขั้นตอนที่ 1 อ่านสถานการณ์สั้นๆ และตอบคำถามเตรียมความพร้อมผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์สั้นๆ ให้นักเรียนทุกคนทำความเข้าใจ ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหาได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ยังเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนมอบให้ ซึ่งเกิดจากสถานการณ์มีความซับซ้อน และยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับสถานการณ์ด้วยตนเองในช่วงเริ่มแรกของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มให้กับนักเรียนแบบละความสามารและได้ให้อิสระในการคิดกับนักเรียนอย่างเต็มที่ โดยแจกการ์ดรูปสัตว์ให้กับนักเรียนทุกคน โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้การ์ดรูปสัตว์เพียง 1 การ์ดเท่านั้น ซึ่งครูผู้สอนทราบผลการเรียนเทอมก่อนของนักเรียนอยู่แล้วว่านักเรียนแต่ละคนจะต้องได้การ์ดรูปสัตว์ชนิดใด ดังนั้นครูผู้สอนจึงแจกการ์ดรูปสัตว์

เฉพาะเจาะจงให้กับนักเรียนแต่ละคน เพื่อให้นักเรียนได้การตรูปลั้วที่ครูผู้สอนต้องการ โดยกลุ่มที่ 1 คือ การตรูปลั้วกลุ่มที่ 2 คือ การตรูปลั้วแบบ กลุ่มที่ 3 คือ การตรูปลั้วปลาโลมา กลุ่มที่ 4 คือ การตรูปลั้วปลาการ์ป และกลุ่มที่ 5 คือ การตรูปลั้วแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยคละความสามารถประกอบด้วย นักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน (วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์, 2545) เพื่อให้ นักเรียนเก่งช่วยเหลือ นักเรียนที่เรียนปานกลางและอ่อนให้มีความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น ซึ่งผู้วิจัย เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในด้านการเรียน พบว่านักเรียนยังมีความสับสนในการเลือกบท นิยาม ทฤษฎีบท กฎ และสูตรต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ประกอบการแก้ปัญหจากสถานการณ์ที่ ครูผู้สอนกำหนดให้ ขั้นตอนที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญห ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการ คิดแก้ปัญหจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ต่อนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการเลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิธีการคิดแก้ปัญหที่เหมือนกัน แต่จะมี นักเรียนเพียง 1 กลุ่มที่มีการเลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิธีการคิดแก้ปัญหที่แตกต่างกัน ออกไป ขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล ผู้วิจัยให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหากลุ่มของตนเองและกลุ่ม เพื่อนมีความเหมาะสมตรงกับความต้องการของสถานการณ์ปัญหา พบว่าการประเมินวิธีการ แก้ปัญหากลุ่มของตนเองและกลุ่มเพื่อนมีประโยชน์มากเนื่องจากได้เห็นวิธีการคิดที่หลากหลาย แต่ใช้ เวลาค่อนข้างมากในการอธิบาย อีกทั้งผลการวิเคราะห์จากแบบฝึกหัดประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา ที่สามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหา พบว่า นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถมองภาพรวมของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยง เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหา เนื่องจากยังจำเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วไม่แม่นยำ และ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกสมบัติ ทฤษฎีบท หรือบทนิยามทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเชื่อมโยง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหจากสถานการณ์ปัญหาได้ดี แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

วงจรรูปที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียน ทุกคนในกลุ่มได้มีส่วนร่วมด้วยกันมากขึ้น โดยเพิ่มเทคนิคผังความคิดเข้ามาในการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอน นั่นคือ เทคนิคผังก้างปลา ซึ่งเป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาที่มีความซับซ้อน ช่วยทำ ให้นักเรียนเห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ชัดเจน (ทิตินา แซมมณี, 2553) ช่วยให้จดจำเนื้อหาสาระ แบบถาวรและจดจำในสิ่งที่เรียนรู้ได้นานขึ้น เข้าใจ และจัดระบบความคิด โดยนำเอาข้อมูลที่ได้มาจัด กระทำในรูปแบบต่าง ๆ ที่ต้องผ่านกระบวนการคิดโดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม (ทิพ รัตน์ สัตตระ, 2550) โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์หาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ใน การแก้สถานการณ์ปัญหา แล้วนำไปเขียนลงในผังก้างปลา เพื่อที่จะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพียง 1 เรื่อง เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เพื่อพัฒนาทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.56 คะแนน คิดเป็นร้อยละ

ละ 64.20 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 21 คน จากนักเรียนทั้งหมด 27 คน ซึ่งยังมีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้อยู่ โดยปัญหาที่พบจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบสัมภาษณ์นักเรียน พบว่านักเรียนที่มีคะแนนยังไม่ผ่านเกณฑ์มีปัญหาในขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา และจากการประเมินพฤติกรรมจากแบบประเมินพฤติกรรมเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านที่ 1 และด้านที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย 1.52 และ 2.33 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังคงมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 เพิ่มขึ้นจากเดิม ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นชินกับการระบุนความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น สามารถมองเห็นภาพรวมของวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาแล้วนำมาระบุนความรู้ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ โดยขั้นตอนที่ 1 อ่านสถานการณ์สั้นๆ และตอบคำถาม ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์สั้นๆ ให้นักเรียนทุกคนทำความเข้าใจ และใช้คำถามนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและทำความเข้าใจปัญหาได้บ้าง แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เนื่องจากเนื้อหาที่เรียนมีความยาก และซับซ้อนมากขึ้น จึงส่งผลให้สถานการณ์ปัญหาที่มีความยากและซับซ้อนมากยิ่งขึ้นตามไปด้วย ขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยได้เพิ่มเทคนิคผังก้างปลาเข้ามาช่วยในการคิดวิเคราะห์หาความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบมากขึ้น ยกตัวอย่างที่ครอบคลุมและเน้นตัวอย่างที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาความรู้จากใบความรู้เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ พบว่านักเรียนสามารถระบุนความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ได้ แต่ยังไม่ครอบคลุมในการนำมาใช้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา และมีนักเรียนบางส่วนที่เว้นว่างไม่เขียนระบุนความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา เนื่องจากนักเรียนคิดว่าในขั้นตอนนั้น ๆ มีความชัดเจนและทำแบบทดสอบไม่ทันตามเวลาที่ครูผู้สอนกำหนด จึงไม่ได้รับรู้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้สถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์จากผังก้างปลาของกลุ่มของตนเอง และแสดงวิธีการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ต่อนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ในชั้นเรียน ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิธีการคิดแก้ปัญหาที่เหมือนกัน แต่จะมีนักเรียนเพียง 1 กลุ่มที่มีการเลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิธีการคิดแก้ปัญหาที่แตกต่างกันออกไป และขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล ผู้วิจัยให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มของตนเองและกลุ่มเพื่อนมีความเหมาะสมตรงกับความต้องการของสถานการณ์ปัญหา พบว่าการประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มของตนเองและกลุ่มเพื่อนมีประโยชน์มากเนื่องจากได้เห็นวิธีการคิดที่หลากหลาย แต่ใช้เวลาค่อนข้างมากในการอธิบาย อีกทั้งผลการ

วิเคราะห์จากแบบฝึกหัดประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาที่สามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหา พบว่า นักเรียนบางส่วนสามารถมองภาพรวมของการแก้สถานการณ์จากการทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อสรุปเป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์ สมบัติ หรือสูตรทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น เพื่อนำไปเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาในเรื่อง มูลค่าปัจจุบันและมูลค่าอนาคต ค่อนข้างยากและมีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ค่อนข้างยากในการมองภาพรวมของตัวอย่าง

วงจรปฏิบัติที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มได้มีส่วนร่วมด้วยกันมากขึ้น โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงเทคนิคผังก้างปลาจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งเป็นการใช้เทคนิคผังก้างปลาแบบกลุ่ม ปรับปรุงโดยการเพิ่มให้นักเรียนทุกคนได้ออกแบบผังก้างปลาเป็นของตนเองและมีผังก้างปลาของกลุ่มด้วย เนื่องจากพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 คือ นักเรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนคิดในการแก้ปัญหา หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน ซึ่งนักเรียนที่อ่อนกว่ามีความเกรงใจนักเรียนที่เรียนเก่งกว่า ไม่รู้วิธีการคิดแก้ปัญหาและไม่กล้าถามเพื่อนในกลุ่ม ทำให้ผลหลักการจากการทำกิจกรรมแบบกลุ่มลดความสามารถโดยนักเรียนที่เก่งกว่าต้องช่วยนักเรียนที่อ่อนกว่า ซึ่งข้อดีของการทำกิจกรรมโดยใช้เทคนิคผังก้างปลาแบบรายบุคคลและกลุ่มคือ นักเรียนแต่ละคนจะมีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนจะต้องระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากนั้นนำเสนอต่อกลุ่มของตนเองเพื่อหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพียง 1 เรื่อง เป็นของกลุ่มตนเอง ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.85 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.95 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 นักเรียนทุกคนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนทั้งหมด และจากการประเมินพฤติกรรมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 1 และด้านที่ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ย 1.88 และ 2.74 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังคงมีคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 2 มากกว่าด้านที่ 1 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 และด้านที่ 2 เพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังชี้ให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยด้านที่ 1 และด้านที่ 2 มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยขั้นตอนที่ 1 อ่านสถานการณ์สั้นๆ และตอบคำถาม โดยนำเสนอสถานการณ์สั้นๆ ให้นักเรียนทุกคนทำความเข้าใจ และครูผู้สอนใช้คำถามนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เน้นคำถามที่เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนได้ฝึกมองภาพรวมของสถานการณ์ พบว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น แต่ยังพบนักเรียนส่วนน้อยที่ยังใช้เวลาค่อนข้างมากในการทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา ผู้สอนได้ปรับปรุงการใช้เทคนิคผังก้างปลาเป็นแบบคิดรายบุคคลและกลุ่มเข้ามาช่วยในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ อย่างเป็นระบบมากขึ้น โดยให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มวิเคราะห์หาความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยเขียนลงในผังก้างปลาเป็น

ผังของแต่ละคน ซึ่งเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเพียง 1 เรื่อง จากนั้นนำมาเสนอต่อทุกคนในกลุ่มอีกครั้งเพื่อทุกคนในกลุ่มจะได้ช่วยกันตัดสินใจเลือกความรู้ทางคณิตศาสตร์เขียนเป็นผังก้างปลาของกลุ่มและเลือกมาเพียง 1 เรื่อง ของกลุ่มตนเอง และนำมาแสดงวิธีทำในการแก้ปัญหามาจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาความรู้จากใบความรู้ ซึ่งครูผู้สอนยกตัวอย่างที่ครอบคลุมและเน้นตัวอย่างที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้นโดยใช้ควอาร์โค้ดให้นักเรียนสแกนอ่านแทนเอกสาร เนื่องจากนักเรียนมักจะเล่นโทรศัพท์มือถือบ่อย ๆ พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากครูผู้สอนได้ให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มคิดวิเคราะห์หาความรู้ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอต่อกลุ่มคนละ 1 เรื่อง ทำให้นักเรียนทุกคนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน และยังพบว่านักเรียนมีความมั่นใจในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้สถานการณ์ปัญหามากขึ้น อีกทั้งครูผู้สอนได้สร้างกติกาเกี่ยวกับการทำแบบฝึกหัด โดยจะมีการเรียงลำดับคะแนนรวมของแต่ละกลุ่มเพื่อหากกลุ่มที่ได้ลำดับที่ 1 และมีการมอบรางวัลให้ ซึ่งเป็นการเสริมแรงทางบวกให้กับนักเรียนได้มีความกระตือรือร้นในการทำแบบฝึกหัดมากยิ่งขึ้น ขั้นตอนที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากผังก้างปลา รายบุคคลและกลุ่มของตนเอง และแสดงวิธีการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ต่อนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ในชั้นเรียน ซึ่งพบว่านักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการนำเสนอวิธีคิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เพราะนักเรียนได้ผ่านการอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่มแล้ว และขั้นตอนที่ 4 ประเมินผล ผู้วิจัยให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มของตนเองและกลุ่มเพื่อนมีความเหมาะสมตรงกับความต้องการของสถานการณ์ปัญหา พบว่าการประเมินวิธีการแก้ปัญหากลุ่มของตนเองและกลุ่มเพื่อนมีประโยชน์มาก เนื่องจากได้เห็นวิธีการคิดที่หลากหลาย แต่ใช้เวลาค่อนข้างมากในการอธิบายและมีความวุ่นวายเกิดขึ้น เนื่องจากการปรับการใช้เทคนิคผังก้างปลา ทำให้มีการปรึกษากันหลายกลุ่มทั้งชั้นเรียนและมีเสียงรบกวนกลุ่มใกล้เคียง ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องคำรายงวด ค่อนข้างยากและมีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ค่อนข้างยากในการมองภาพรวมของตัวอย่าง นอกจากนี้เมื่อทำวงจรปฏิบัติการของการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities (MEAs) ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังก้างปลา ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างหลักการ สมบัติ หรือสูตรทางคณิตศาสตร์จากตัวอย่างที่ครูผู้สอนกำหนดให้เพื่อใช้ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น กล่าวคือนักเรียนสามารถสร้างหลักการต่าง ๆ ได้มากขึ้น และมีความถูกต้องเมื่อเทียบกับหลักการที่ครูผู้สอนต้องการสื่อ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้ใช้ผังก้างปลาในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น อีกทั้งมีความถูกต้องในการเลือกสมบัติ ทฤษฎีบท หรือบทนิยามทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากได้ผ่านการอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มแล้ว ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 ใน



ขั้นตอนที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา นักเรียนยังมีความกดดันในการแก้สถานการณ์ปัญหาและการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเชื่อมโยงในการแก้สถานการณ์ปัญหาจากการทำกิจกรรมโดยใช้ผังก้างปลาทั้งรายบุคคลและกลุ่มของตนเอง เนื่องจากนักเรียนกลัวว่าคะแนนของกลุ่มตนเองจะไม่ดี และนักเรียนมีความหลากหลายในการแก้สถานการณ์ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการนำมาใช้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้มากยิ่งขึ้น

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Model-Eliciting Activities เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างวิธีการในการแก้ปัญหา สามารถตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถหาคำตอบร่วมกับผู้อื่นในกลุ่มได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยผู้สอนมีหน้าที่เพียงคอยแนะนำ และจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมแก่การเรียนรู้ โดยในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ช่วยส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศรัชัย ปรามงูเหลือม (2560) ได้ทำการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา งานวิจัยนี้ได้ใช้ปัญหาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบราในวงจรปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 45.45, 57.49 และ 62.78 ตามลำดับ เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบเกณฑ์ร้อยละ 50 พบว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ ผ่านเกณฑ์ และพอใช้ ตามลำดับ และสอดคล้องกับงานวิจัยของวิภาร เลิศสมิตพร (2560) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities ผู้สอนควรเข้าใจหลักการสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา สามารถตรวจสอบ

กระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถหาคำตอบร่วมกับผู้อื่นในกลุ่มได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.2 สถานการณ์ปัญหาที่นำมาให้ผู้เรียนควรมีความครอบคลุม และเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน ควรมีการไล่ระดับยากง่าย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาใหม่ๆ ได้

1.3 ผู้สอนควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของห้องเรียนเพื่อให้เหมาะสมแก่การเรียนรู้ เช่น มีการแทรกความรู้อื่น ๆ เพื่อไม่ให้เนื้อหาน่าเบื่อจนเกินไป

1.4 เนื่องจากการจัดกิจกรรมนั้นเป็นกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างวิธีในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้ในบางเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างยาก ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ด้วยตนเองได้ แต่ถ้าได้ต้องใช้เวลาค่อนข้างมากพอสมควร เพื่อเป็นการกระชับเวลา ครูผู้สอนควรให้แนวทางในการคิดกับนักเรียนโดยใช้การออกแบบกิจกรรมเข้ามาช่วย เช่น การให้ตัวอย่างสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้กันอย่างชัดเจน และตัวอย่างในการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย เป็นต้น

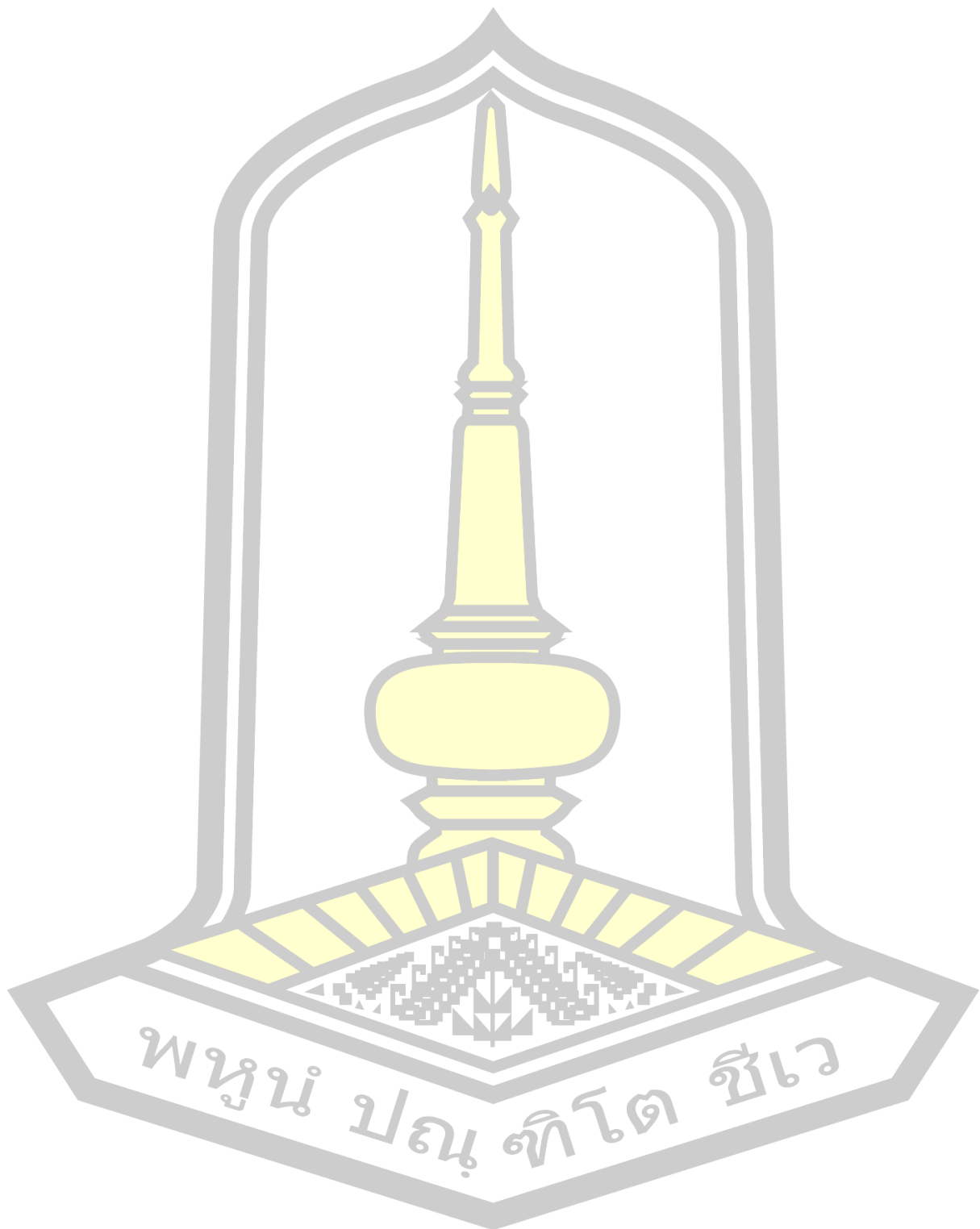
## 2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษารูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities พัฒนาความสามารถหรือทักษะในด้านอื่น ๆ เช่น การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง การเชื่อมโยงทางการแสดงแทน การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสาขาอื่น ๆ เป็นต้น

2.2 ควรศึกษารูปแบบการวิจัยนี้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ สามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ครอบคลุมในทุกเนื้อหาหรือไม่ เช่น ระบบสมการเชิงเส้น ความน่าจะเป็น ลำดับและอนุกรม การจัดลำดับและการจัดหมู่ เป็นต้น



บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544ก). *เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- กรมวิชาการ. (2544ข). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐)*. กรุงเทพฯ.
- กฤษณา ไสยาศรี. (2551). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติพร ปัญญาภิบาล. (2549). *วิจัยเชิงปฏิบัติการ:แนวทางสำหรับครู Action research: A guide for teacher*. กรุงเทพฯ: นันทพันธ์พรินติ้ง.
- ขวัญหทัย พิกุลทอง. (2561). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 29(3), 13–30.
- ขวัญหทัย พิกุลทอง. (2562). *MODEL ELICITING ACTIVITIES (MEAS): การจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนไทยในยุคการศึกษา 4.0*. *MODEL ELICITING ACTIVITIES (MEAS): MATHEMATICAL LEARNING MANAGEMENT TO DEVELOP PROBLEM-SOLVING ABILITY FOR THAI STUDEN*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(3), 342–355.
- จตุภูมิ เขตจัตุรัส. (2560). *วิธีการและเครื่องมือประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จิตรรรณ เอกพันธ์. (2558). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การสอนเชิงบริบทที่มีต่อ*

ความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฉัตรिया เลิศวิชา. (2557). *พัฒนากระบวนการและทักษะการคิด Go*. เชียงใหม่: ธารปัญญา.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2561). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์. (2542). *สถิติพื้นฐาน* (พิมพ์ครั้งที่ 4). ขอนแก่น: ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ดวงเดือน อ่อนนุ่ม. (2547). *ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

ทิพรัตน์ สัตตระ. (2550). *ผลการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*.

ทิตนา แคมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บงกชรัตน์ สมานสินธุ์. (2551). *ผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*.

วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

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

ประวิต เอราวรรณ์. (2545). *การวิจัยปฏิบัติการ Action research*. กรุงเทพฯ: ดอกหญ้าวิชาการ.

ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2561). *วิจัยปฏิบัติการทางการเรียนการสอน*. ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2547). *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้สาระคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิดวิธี และเทคนิคการสอน 1*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ไพศาล สุวรรณน้อย. (2558). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL)*. [ออนไลน์]. ได้จาก: <https://ph.kku.ac.th/thai/images/file/km/pbl-he-58-1.pdf>. [สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2563]

ภมรเมษย์ เลหาวิรุฬห์กุล. (2558). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการ*

เรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นความเข้มข้นของมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ภัทรพร เกษสังข์. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการ Action research* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เอกสารสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การวิจัยเชิงปฏิบัติการรูปแบบเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วาสนา กิมเท็ง. (2553). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วาสุกรี ใจจันทร์. (2555). ลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหา. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 12(2), 116–127.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2545). *เอกสารประกอบการสอนวิชา พัฒนาการเรียนการสอน*. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิหาร์ เลิศสมิตพร. (2558). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิหาร์ เลิศสมิตพร. (2560). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว MODEL-ELICITING ACTIVITIES ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 12(3), 425–441.
- วีรพล เทพบรรหาร. (2560). *ผลการใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวทางการสอนแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรและการสอน*. กรุงเทพฯ: บริษัท จรัญสนิทวงศ์การพิมพ์ จำกัด.
- ศรชัย ปราบงูเหลือม. (2560). *การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น*

มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรา.

วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศุภลักษณ์ ครุฑคง. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สกล ตั้งเก้าสกุล. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ส เจริญการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตร ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). เทคนิคการสอนและรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ วิชาคณิตศาสตร์เบื้องต้น. กาลสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมฤทธิ์ วันชัย. (2556). การจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวังชันวิทยา จังหวัดแพร่. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.๒๕๖๐-๒๕๗๙. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สิริพร ทิพย์คง. (2536). การแก้ปัญหา. เอกสารคำสอนวิชา 158522: ทฤษฎีและวิธีการสอนวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัมพร ม้าคอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. ประมวลบทความ

หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*.

กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์และสังคมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Altay, M. K., et al. (2013). Pre-service Elementary Mathematics Teachers' Views on Model Eliciting Activities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116(2014), 345–349.

Ausubel, D. P., & Robinson, F. G. (1969). *School learning: An introduction to educational psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Braselton, S., & Decker, C. B. (1994). Sing Graphic Organizers to Improve the Reading of Mathematics. *The Reading Teacher*, 48(3), 276–281.

Chamberlin, S.A. and Moon, S. M. (2005). Scott A. Chamberlin. *The Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 37–47.

Chamberlin, S.A. and Moon, S. M. (2008). How does the problem based learning approach compare to the model-eliciting activity approach in mathematics? *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*. [Online].

Available from:

[https://pdfs.semanticscholar.org/27a7/b82f896c58adccbb38cd315cc89a4fdb901a.pdf?\\_ga=2.127956683.633885866.1589876257-161281100.1589876257](https://pdfs.semanticscholar.org/27a7/b82f896c58adccbb38cd315cc89a4fdb901a.pdf?_ga=2.127956683.633885866.1589876257-161281100.1589876257). [accessed August 16, 2019]

Clarke, J. H. (1991). Using visual organizers to focus on thinking. *Journal of Reading*, 32(7), 526–534.

Corey, S. M. (1954). Action research to improve school practices. *Science Education*, 38(5), 438.

Coxbill, et al. (2013). Using model-eliciting activities as a tool to identify and develop mathematically creative students. *Journal for the Education of the Gifted*, 36(2), 176–197.

Dede, A. et al. (2017). Examining of model eliciting activities developed by mathematics student teachers. *Journal on Mathematics Education*, 8(2), 223–242.

Elliott, J. (1978). What is action research in schools. *Journal of Curriculum Studies*,



10(4). 355-357.

Garfield, et al. (2009). Inventing and testing models: Using model-eliciting activities.

[Online]. Available from: <https://serc.carleton.edu/sp/library/mea/index.html>

[accessed August 16, 2019]

Hekmatpanah, M. (2011). The application of cause and effect diagram in the oil industry in Iran: The case of four liter oil canning process of Sepahan Oil Company. *African Journal of Business Management*, 5(26), 10900–10907.

Kaufman, A., Mennin, S., Waterman, R., Duban, S., Hansbarger, C., Silverblatt, H., ... Wiese, W. (1989). The New Mexico experiment: Educational innovation and institutional change. *Academic Medicine*, 64(6), 285–294.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1990). *The Action Research Planner* (3rd ed.). Geelong, Australia: Deakin University Press.

Lesh, R., M. Hoover, B. Hole, A. Kelly, & T. P. (2000). *Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers* In A. Kelly and R. Lesh. (eds.). Handbook of research design in mathematics and science education. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Lesh, R., & English, L. D. (2005). Trends in the evolution of models & modeling perspectives on mathematical learning and problem solving. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 37(6), 487–489.

Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Resolving social conflicts and field theory in social science.*, 143–152.

Lodico, M.G., Spaulding, D.T., & Voegtler, K. H. (2006). Methods in Educational Research from Theory to Practice. *Education and Urban Society*. San Francisco: Jossey-Bass.

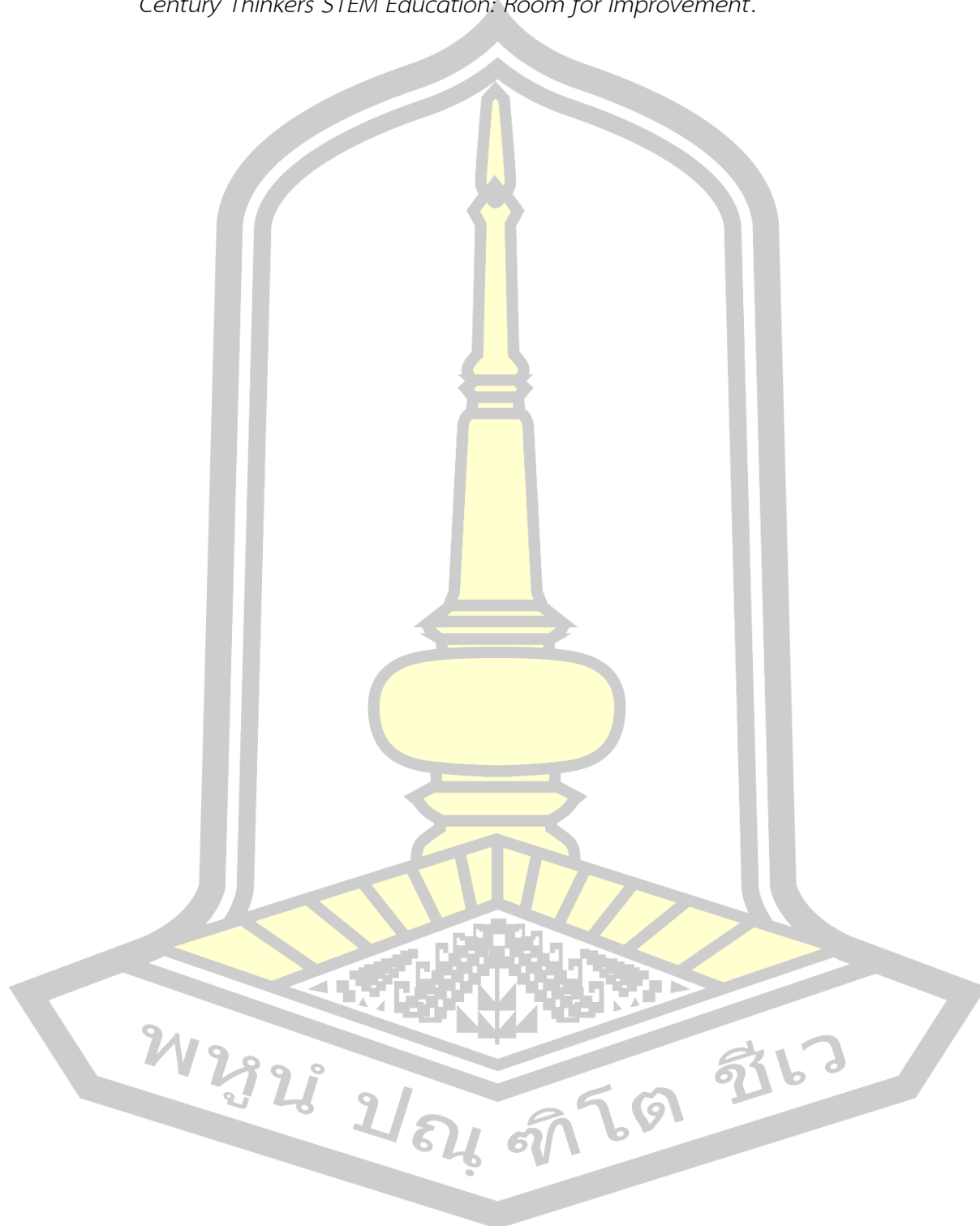
Mills, G. E. (2003). *Action Research: A Guide for the Teacher Research* (2 Ed.). Upper Saddle River NJ: Prentice Hall.

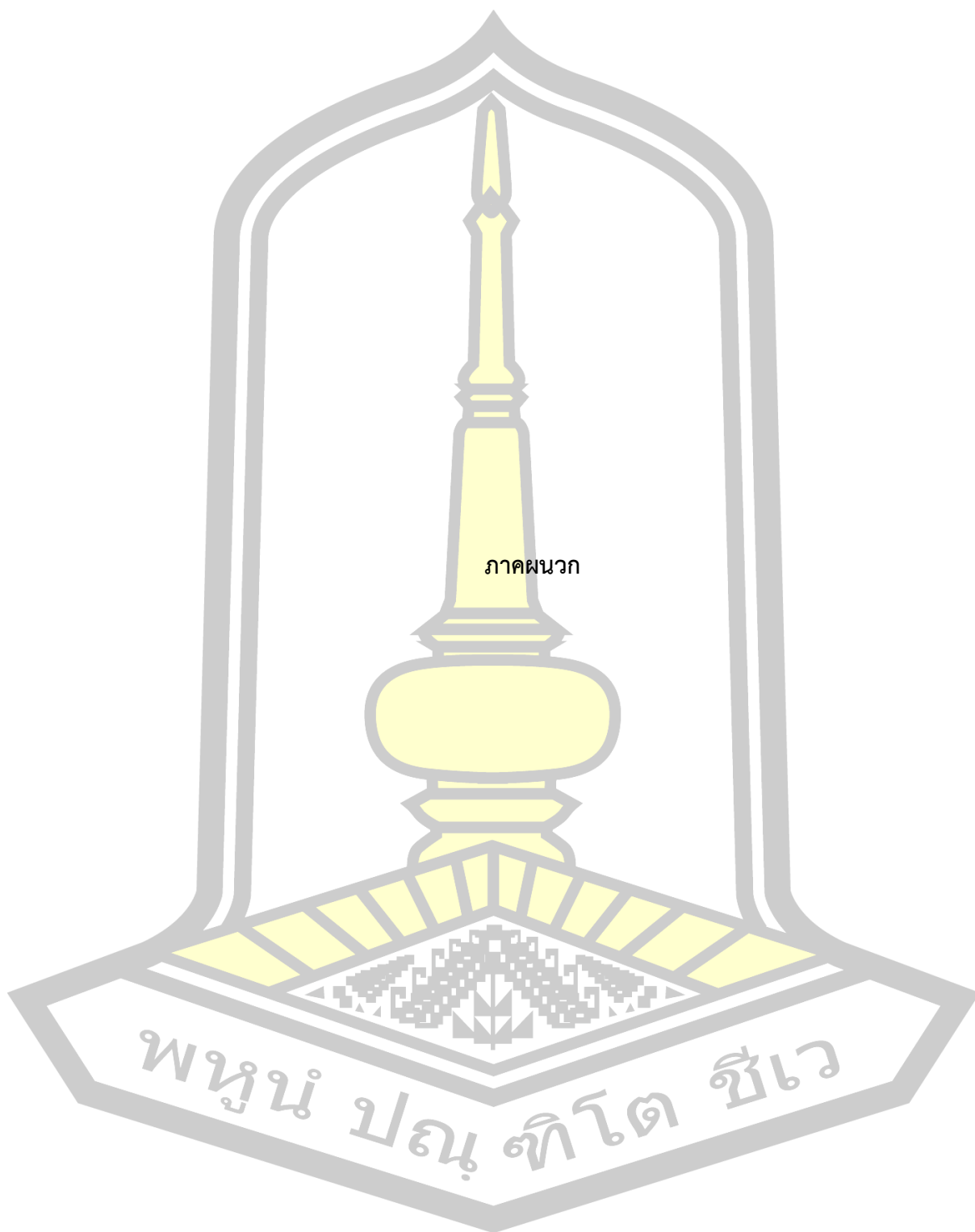
NCTM. (1989). Illuminating NCTM's Principles and Standards for School Mathematics. *School Science and Mathematics*, 101(6), 292–304.

NCTM. (1991). *Professional standards for teaching mathematics: related to dis.* Virginia: Reston.

NCTM. (2000). *Principles & Standards for School Mathematics (PSSM)*. Virginia: Reston.

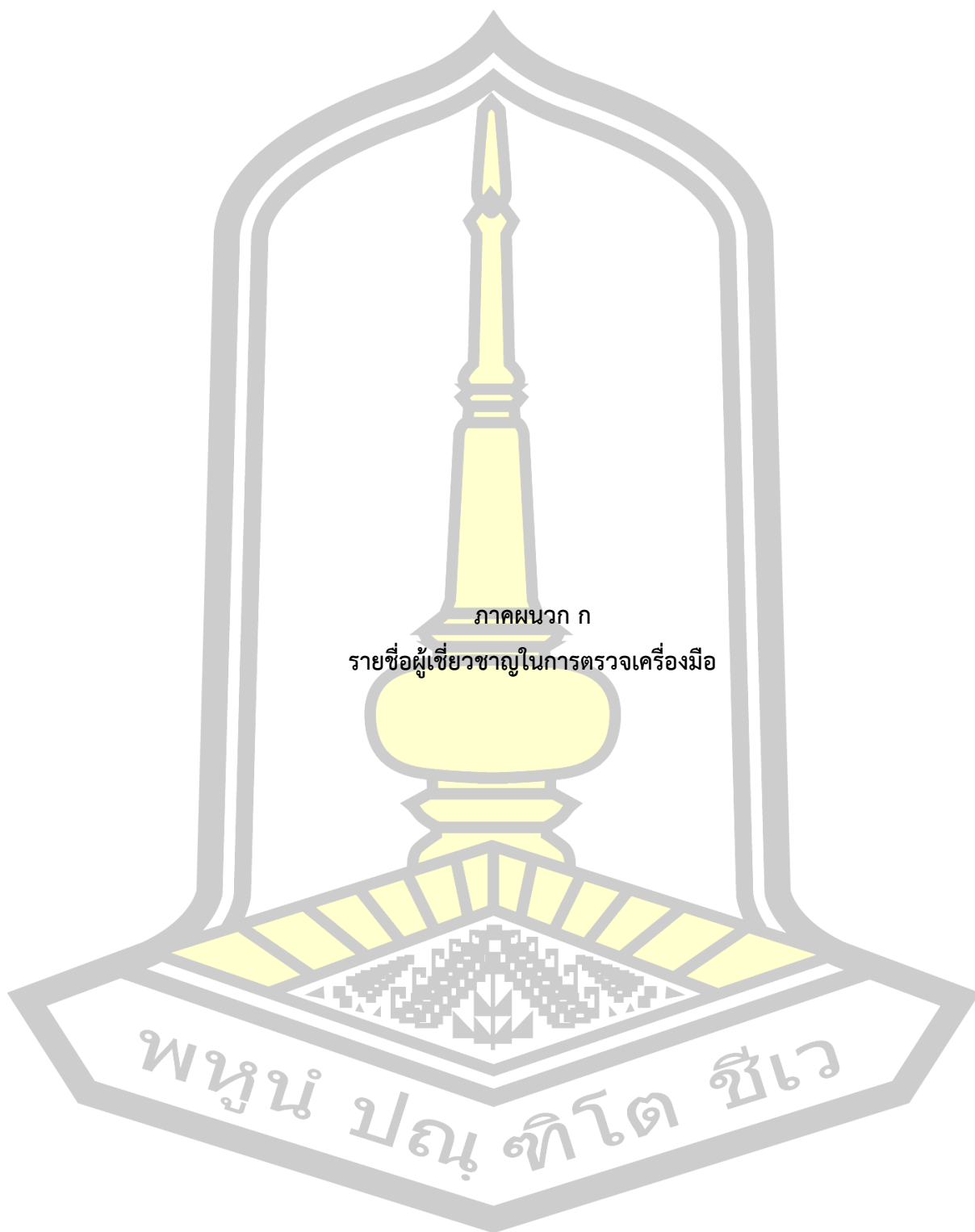
Stohlmann, M. (2013). *Integrated STEM Model - Eliciting Activities: Developing 21st Century Thinkers STEM Education: Room for Improvement.*





ภาคผนวก

พหุมนุ ปณ ทิโต ชีเว



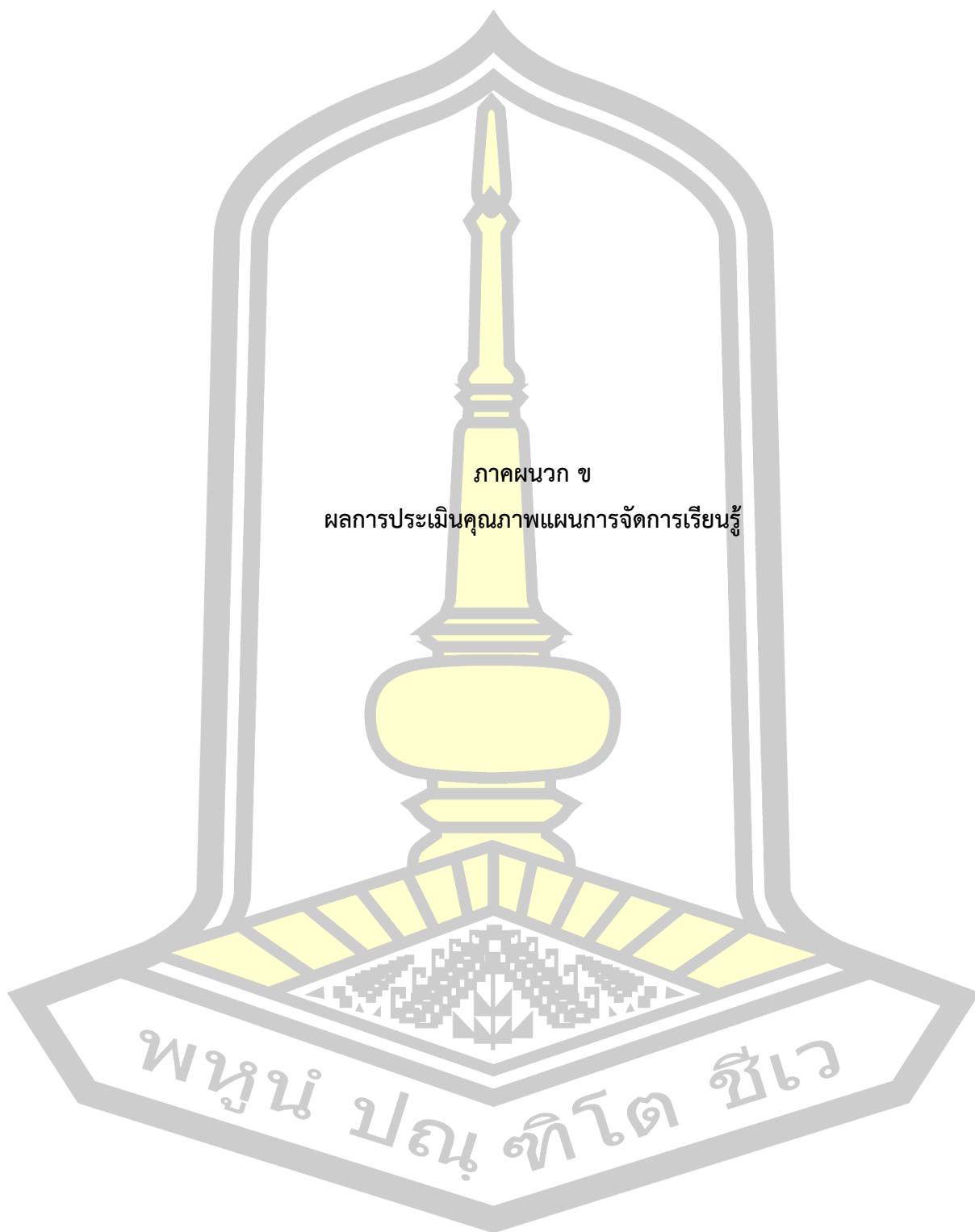
ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

พูนัน ปณ ทิโต ชีเว

## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

- 
1. รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม      การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์  
ศึกษา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร  
และการสอน
  2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณช วรรณวิจิตร ศรีสะอาด      ปรัชญาคณะศึกษาศาสตร์ (วิจัยและ  
ประเมินผลการศึกษา) คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผล  
การศึกษา
  3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล      ปรัชญาคณะศึกษาศาสตร์ (คณิตศาสตร์  
ประยุกต์) คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญ  
ด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และแผนการ  
จัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting  
Activities
  4. นายอุเทน กาญจวิจิตร      การศึกษามหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์) ครู  
ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้  
คณิตศาสตร์ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
  5. นายดำรงศักดิ์ ปัญญาทิพย์      การศึกษามหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์) ครู  
ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้  
คณิตศาสตร์ โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์



ภาคผนวก ข

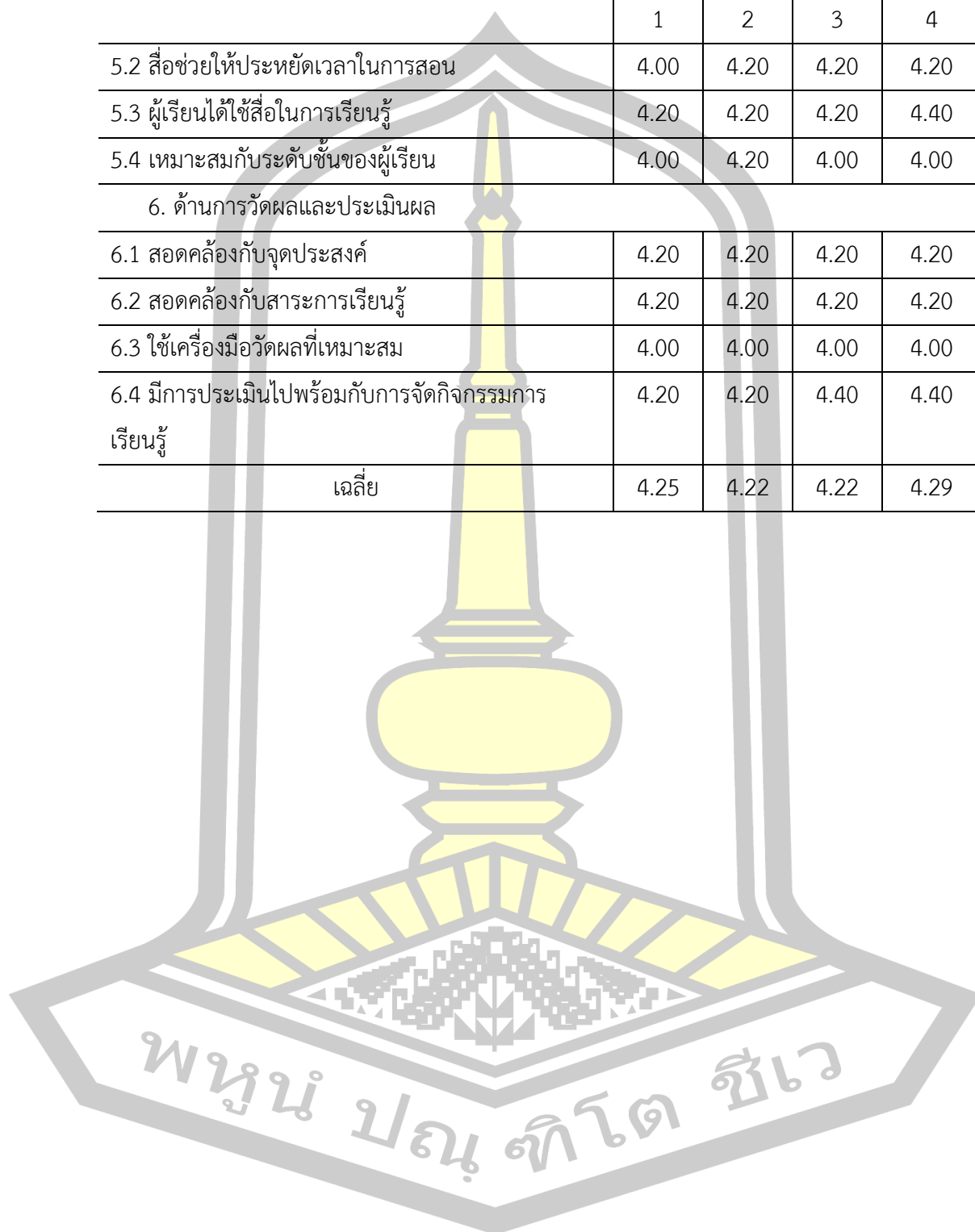
ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

ตารางที่ 18 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่			
	1	2	3	4
1. ด้านสาระสำคัญ				
1.1 สาระสำคัญถูกต้อง	4.60	4.20	4.20	4.40
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40
1.3 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.20	4.00	4.00	4.20
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.20	4.20	4.20	4.20
2.2 ระบุความสามารถของนักเรียนที่จะพัฒนาอย่างชัดเจน	4.40	4.40	4.40	4.40
2.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	4.40	4.40	4.40	4.40
3. สาระการเรียนรู้				
3.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.40	4.20	4.20	4.40
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	4.40	4.40	4.40
3.3 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ	4.20	3.80	3.80	4.20
3.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.20	4.00	4.20	4.20
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 กิจกรรมมีขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม	4.40	4.40	4.40	4.40
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	4.40	4.60	4.40
4.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้	4.20	4.20	4.00	4.40
4.4 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.00	4.20	4.00	4.20
4.5 กิจกรรมมีความชัดเจน ครูท่านอื่นสามารถนำไปสอนแทนได้	4.00	4.20	4.20	4.20
4.6 ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน	4.20	4.20	4.20	4.40
4.7 กิจกรรมมีความเป็นไปได้	4.40	4.40	4.40	4.40
5. ด้านสื่อการเรียนรู้				
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20	4.20	4.20	4.20

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่			
	1	2	3	4
5.2 สื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน	4.00	4.20	4.20	4.20
5.3 ผู้เรียนได้ใช้สื่อในการเรียนรู้	4.20	4.20	4.20	4.40
5.4 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.00	4.20	4.00	4.00
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล				
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.20	4.20	4.20	4.20
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.20	4.20	4.20	4.20
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผลที่เหมาะสม	4.00	4.00	4.00	4.00
6.4 มีการประเมินไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.20	4.20	4.40	4.40
เฉลี่ย	4.25	4.22	4.22	4.29

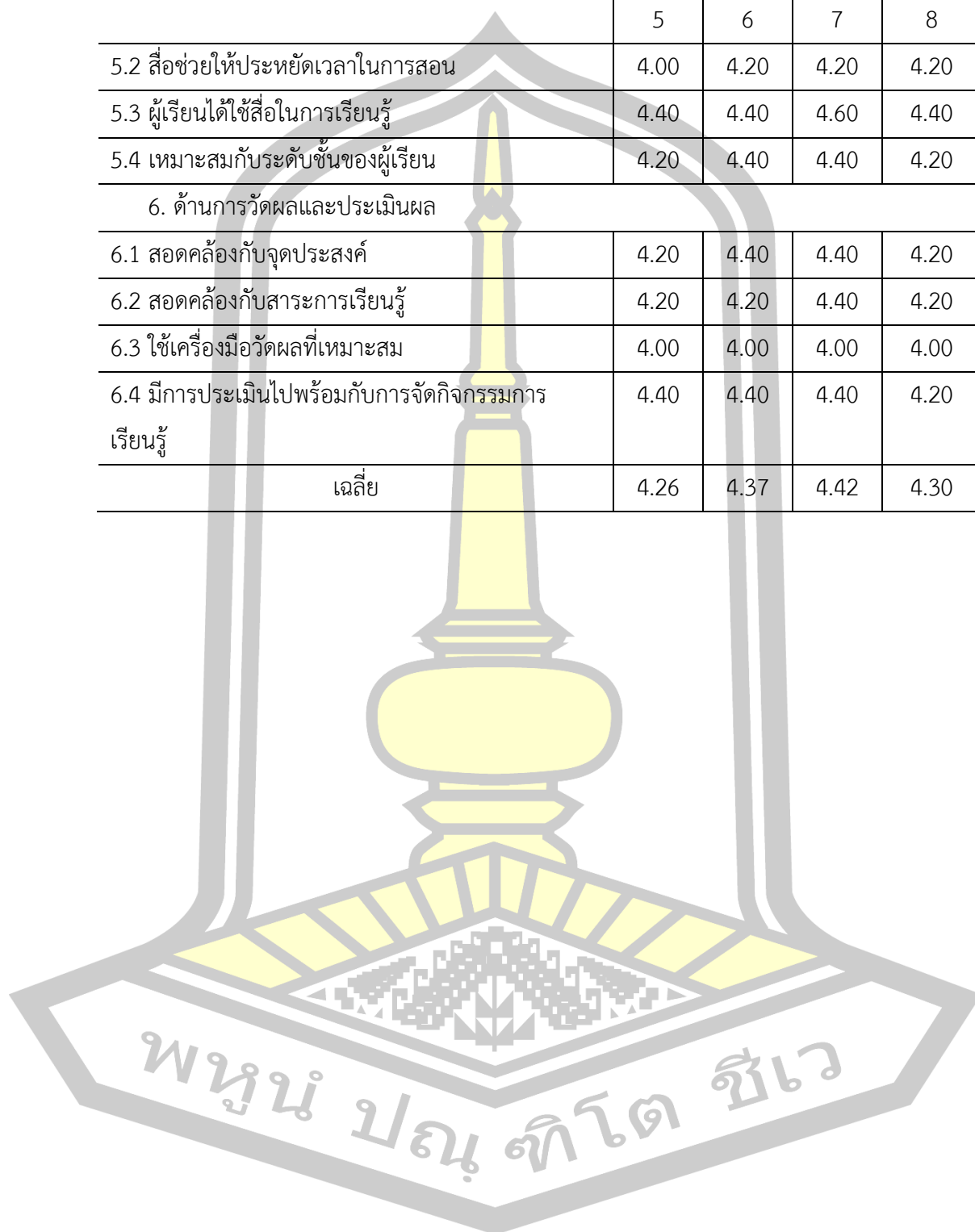




ตารางที่ 19 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่			
	5	6	7	8
1. ด้านสาระสำคัญ				
1.1 สาระสำคัญถูกต้อง	4.20	4.60	4.60	4.40
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.40	4.60	4.60	4.40
1.3 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.20	4.40	4.40	4.20
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.20	4.40	4.40	4.20
2.2 ระบุความสามารถของนักเรียนที่จะพัฒนาอย่างชัดเจน	4.20	4.60	4.60	4.40
2.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	4.40	4.60	4.60	4.40
3. สาระการเรียนรู้				
3.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.40	4.60	4.60	4.40
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	4.60	4.60	4.40
3.3 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ	3.80	4.20	4.40	4.20
3.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.00	4.00	4.20	4.20
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 กิจกรรมมีขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม	4.40	4.60	4.40	4.40
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	4.40	4.60	4.40
4.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้	4.20	4.00	4.20	4.40
4.4 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.40	4.20	4.40	4.20
4.5 กิจกรรมมีความชัดเจน ครูท่านอื่นสามารถนำไปสอนแทนได้	4.40	4.40	4.40	4.40
4.6 ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน	4.20	4.20	4.20	4.40
4.7 กิจกรรมมีความเป็นไปได้	4.40	4.60	4.60	4.40
5. ด้านสื่อการเรียนรู้				
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20	4.20	4.40	4.20

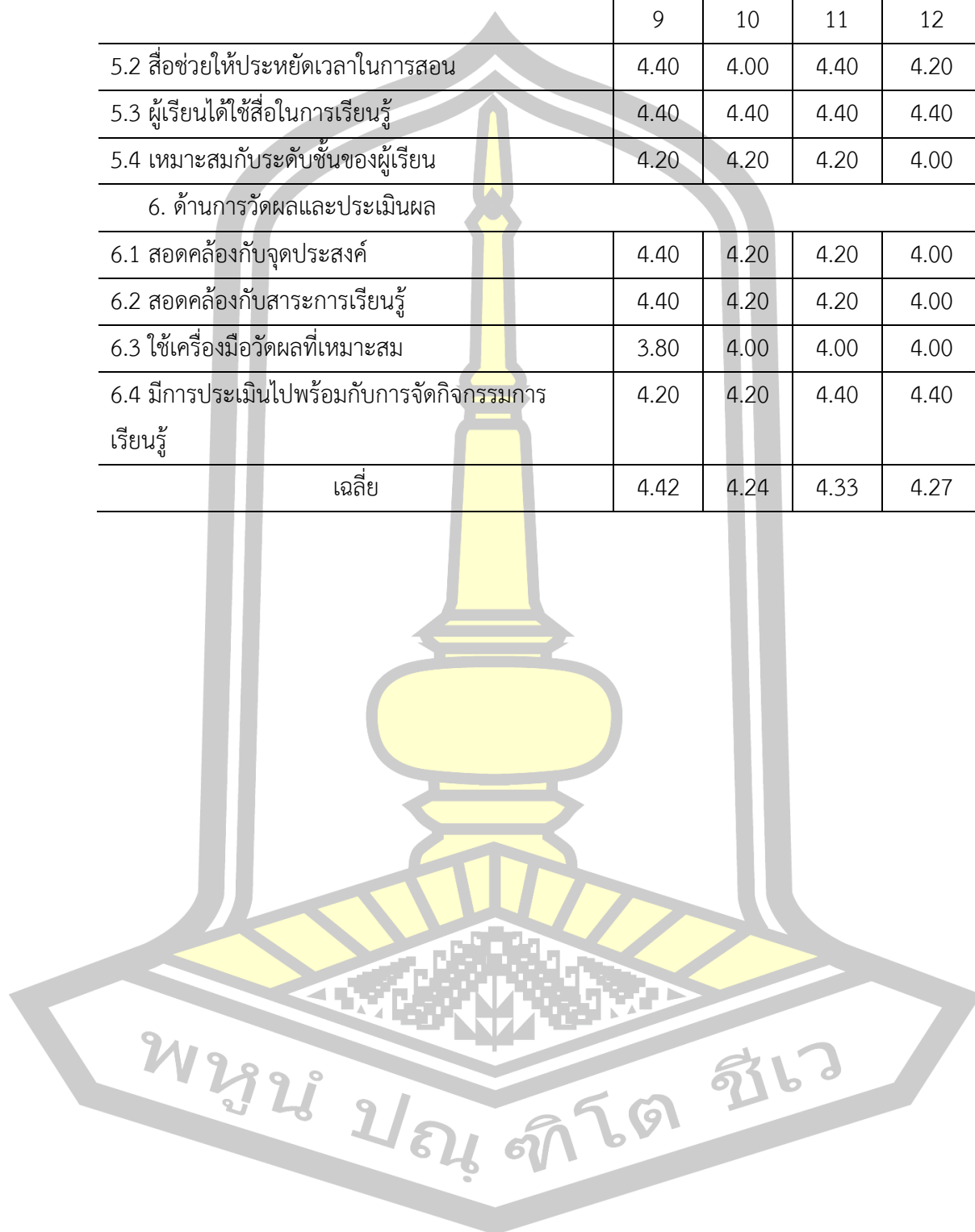
รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่			
	5	6	7	8
5.2 สื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน	4.00	4.20	4.20	4.20
5.3 ผู้เรียนได้ใช้สื่อในการเรียนรู้	4.40	4.40	4.60	4.40
5.4 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.20	4.40	4.40	4.20
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล				
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.20	4.40	4.40	4.20
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.20	4.20	4.40	4.20
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผลที่เหมาะสม	4.00	4.00	4.00	4.00
6.4 มีการประเมินไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.20
เฉลี่ย	4.26	4.37	4.42	4.30



ตารางที่ 20 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่			
	9	10	11	12
1. ด้านสาระสำคัญ				
1.1 สาระสำคัญถูกต้อง	4.60	4.20	4.40	4.20
1.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.60	4.20	4.40	4.20
1.3 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.40	4.20	4.20	4.20
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.40	4.20	4.20	4.20
2.2 ระบุความสามารถของนักเรียนที่จะพัฒนาอย่างชัดเจน	4.60	4.40	4.40	4.40
2.3 สามารถวัดและประเมินผลได้	4.60	4.40	4.40	4.40
3. สาระการเรียนรู้				
3.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.60	4.20	4.40	4.40
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	4.20	4.40	4.20
3.3 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ	4.40	4.00	4.40	4.00
3.4 มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.20	4.20	4.20	4.20
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 กิจกรรมมีขั้นตอนถูกต้องเหมาะสม	4.60	4.40	4.40	4.40
4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	4.60	4.40	4.60
4.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้	4.40	4.20	4.40	4.40
4.4 กิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	4.20	4.40	4.20	4.20
4.5 กิจกรรมมีความชัดเจน ครูท่านอื่นสามารถนำไปสอนแทนได้	4.40	4.40	4.40	4.20
4.6 ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อน	4.40	4.20	4.40	4.40
4.7 กิจกรรมมีความเป็นไปได้	4.60	4.20	4.40	4.60
5. ด้านสื่อการเรียนรู้				
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	4.20	4.40	4.00

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่			
	9	10	11	12
5.2 สื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการสอน	4.40	4.00	4.40	4.20
5.3 ผู้เรียนได้ใช้สื่อในการเรียนรู้	4.40	4.40	4.40	4.40
5.4 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.20	4.20	4.20	4.00
6. ด้านการวัดผลและประเมินผล				
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.40	4.20	4.20	4.00
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.40	4.20	4.20	4.00
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผลที่เหมาะสม	3.80	4.00	4.00	4.00
6.4 มีการประเมินไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.20	4.20	4.40	4.40
เฉลี่ย	4.42	4.24	4.33	4.27





ภาคผนวก ค

ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล  
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่า  
ของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่า  
ของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

พหุ ประจัน วิทย์ ชีวะ

ตารางที่ 21 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์  
ประเภทอัตร้อย ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อสอบ ที่	คะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
8	+1	0	+1	+1	0	3	0.6	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

พหุ ประถมศึกษา

ตารางที่ 22 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์  
ประเภทอัตร้อย ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อสอบ ที่	คะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตารางที่ 23 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์  
ประเภทอัตร้อย ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อสอบ ที่	คะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.6	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้





ตารางที่ 24 ผลการประเมินความสอดคล้องประเด็นคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์  
จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อ คำถาม	คะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 25 ผลการประเมินความสอดคล้องแบบสังเกตพฤติกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

องค์ประกอบ	คะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการ วิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 26 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบญจและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

นักเรียนคนที่	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	รวม (x)	$x^2$
1	5	5	6	5	5	26	676
2	6	6	6	2	6	26	676
3	6	6	6	2	6	26	676
4	6	6	5	2	6	25	625
5	6	6	5	1	6	24	576
6	6	1	6	6	5	24	576
7	6	6	3	1	6	22	484
8	6	2	6	2	6	22	484
9	6	2	6	2	5	21	441
10	6	1	6	1	6	20	400
11	6	1	6	1	6	20	400
12	6	1	6	1	6	20	400
13	6	6	2	0	5	19	361
14	5	6	6	2	0	19	361
15	1	4	6	4	4	19	361
16	3	1	3	6	5	18	324
17	6	2	4	2	4	18	324
18	5	3	2	3	4	17	289
19	3	5	3	4	2	17	289
20	0	6	6	1	3	16	256
21	0	2	6	2	6	16	256
22	5	5	6	0	0	16	256
23	4	2	1	4	4	15	225

นักเรียนคนที่	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	รวม (x)	$x^2$
24	5	2	6	0	0	13	169
25	3	1	1	6	1	12	144
26	5	1	5	0	0	11	121
27	1	4	0	1	4	10	100
28	1	1	3	3	0	8	64
29	4	2	1	0	1	8	64
30	2	1	1	1	0	5	25
31	2	1	0	0	0	3	9
32	1	0	0	0	0	1	1
33	1	0	0	0	0	1	1
34	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0
รวม	134	98	129	65	112	538	10414
ความแปรปรวน	5.88	5.12	6.52	3.45	6.75	27.72	

$$\sum x = 538, \sum x^2 = 10,414, N = 38, k = 5$$

$$S_i^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} = \frac{(38)(10,414) - (538)^2}{38(38-1)} = 75.60$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_i^2} \right] = \frac{5}{5-1} \left[ 1 - \frac{27.72}{75.60} \right] = 0.79$$

นั่นคือ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน  
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประเภทอัตนัยจำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 30  
 คะแนน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.79

ตารางที่ 27 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบญจและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนคนที่	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	รวม (x)	$x^2$
1	6	6	6	3	6	27	729
2	6	5	6	3	6	26	676
3	4	6	6	2	6	25	625
4	6	4	6	2	6	24	576
5	6	4	6	2	6	24	576
6	6	6	6	2	4	24	576
7	6	6	6	3	2	23	529
8	6	1	6	3	6	22	484
9	6	3	6	1	6	22	484
10	6	6	1	1	6	20	400
11	4	4	6	5	1	20	400
12	6	3	6	3	2	20	400
13	5	4	6	1	3	19	361
14	3	1	6	6	3	19	361
15	6	5	3	2	3	19	361
16	4	1	6	1	6	18	324
17	4	2	3	6	3	18	324
18	6	6	3	1	1	17	289
19	6	1	3	1	6	17	289
20	6	1	2	1	6	16	256
21	3	1	5	6	1	16	256
22	6	2	3	1	3	15	225
23	5	3	3	3	1	15	225

นักเรียนคนที่	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	รวม (x)	$x^2$
24	6	1	6	1	1	15	225
25	6	1	5	1	1	14	196
26	6	3	0	3	1	13	169
27	4	1	1	5	1	12	144
28	4	0	3	0	3	10	100
29	1	1	1	1	3	7	49
30	2	1	1	1	1	6	36
31	1	0	0	1	0	2	4
32	1	0	0	0	0	1	1
33	0	0	0	0	0	0	1
34	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0
รวม	153	89	127	72	104	546	10650
ความแปรปรวน	5.49	4.77	6.39	3.18	5.60	25.43	

$$\sum x = 546, \sum x^2 = 10,650, N = 38, k = 5$$

$$S_i^2 = \frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} = \frac{(38)(10,650) - (546)^2}{38(38-1)} = 69.43$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_i^2} \right] = \frac{5}{5-1} \left[ 1 - \frac{25.43}{69.43} \right] = 0.79$$

นั่นคือ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน  
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประเภทอัตนัยจำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 30  
 คะแนน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.79

ตารางที่ 28 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบญจและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

นักเรียนคนที่	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	รวม (x)	$x^2$
1	5	6	6	5	5	27	729
2	6	6	6	2	6	26	676
3	6	5	6	2	6	25	625
4	6	6	5	2	6	25	625
5	6	6	5	2	6	25	625
6	6	1	6	6	5	24	576
7	6	6	3	1	6	22	484
8	6	2	6	6	2	22	484
9	6	2	6	2	5	21	441
10	6	1	6	2	6	21	441
11	6	2	6	0	6	20	400
12	6	1	6	1	6	20	400
13	6	6	2	5	0	19	361
14	5	6	6	2	0	19	361
15	1	4	6	3	4	18	324
16	3	5	3	6	0	17	289
17	6	2	4	2	4	17	289
18	5	2	3	2	4	16	256
19	3	5	2	4	2	16	256
20	6	0	3	1	5	15	225
21	6	2	0	2	5	15	225
22	5	0	5	5	0	15	225
23	4	2	1	4	4	15	225

นักเรียนคนที่	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	รวม (x)	$x^2$
24	5	2	6	0	0	13	169
25	3	1	2	6	1	13	169
26	5	0	5	1	0	11	121
27	1	4	0	0	5	10	100
28	1	1	3	3	0	8	64
29	1	1	4	0	0	6	36
30	0	1	1	1	2	5	25
31	1	1	0	1	0	3	9
32	1	0	0	1	0	2	4
33	1	0	0	0	0	1	1
34	1	0	0	0	0	1	1
35	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0
รวม	141	98	123	79	101	533	10241
ความแปรปรวน	5.89	5.15	6.08	4.02	6.66	27.80	

$$\sum x = 533, \sum x^2 = 10,241, N = 38, k = 5$$

$$S_i^2 = \frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)} = \frac{(38)(10,241) - (533)^2}{38(38-1)} = 79.40$$

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_i^2} \right] = \frac{5}{5-1} \left[ 1 - \frac{27.80}{79.40} \right] = 0.81$$

นั่นคือ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน  
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประเภทอัตนัยจำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 30  
 คะแนน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.81

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

กลุ่มสูง $S_H$						
นักเรียนคนที่	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	รวม (30)
1	5	5	6	5	5	26
2	6	6	6	2	6	26
3	6	6	6	2	6	26
4	6	6	5	2	6	25
5	6	6	5	1	6	24
6	6	1	6	6	5	24
7	6	6	3	1	6	22
8	6	2	6	2	6	22
9	6	2	6	2	5	21
10	6	1	6	1	6	20
11	6	1	6	1	6	20
12	6	1	6	1	6	20
13	6	6	2	0	5	19
14	5	6	6	2	0	19
15	1	4	6	4	4	19
16	3	1	3	6	5	18
17	6	2	4	2	4	18
18	5	3	2	3	4	17
19	3	5	3	4	2	17
รวม	95	70	93	47	93	403



กลุ่มค่า $S_L$						
นักเรียนคนที่	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	รวม (30)
20	0	6	6	1	3	16
21	0	2	6	2	6	16
22	5	5	6	0	0	16
23	4	2	1	4	4	15
24	5	2	6	0	0	13
25	3	1	1	6	1	12
26	5	1	5	0	0	11
27	1	4	0	1	4	10
28	1	1	3	3	0	8
29	4	2	1	0	1	8
30	2	1	1	1	0	5
31	2	1	0	0	0	3
32	1	0	0	0	0	1
33	1	0	0	0	0	1
34	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0
รวม	34	28	36	18	19	135
r	.654	.513	.683	.307	.698	

จากตารางที่ 29 พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประเภทอัตนัย 5 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

กลุ่มสูง $S_H$						
นักเรียนคนที่	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	รวม (30)
1	6	6	6	3	6	27
2	6	5	6	3	6	26
3	4	6	6	2	6	25
4	6	4	6	2	6	24
5	6	4	6	2	6	24
6	6	6	6	2	4	24
7	6	6	6	3	2	23
8	6	1	6	3	6	22
9	6	3	6	1	6	22
10	6	6	1	1	6	20
11	4	4	6	5	1	20
12	6	3	6	3	2	20
13	5	4	6	1	3	19
14	3	1	6	6	3	19
15	6	5	3	2	3	19
16	4	1	6	1	6	18
17	4	2	3	6	3	18
18	6	6	3	1	1	17
19	6	1	3	1	6	17
รวม	103	74	97	48	82	404

กลุ่มตัว $S_L$						
นักเรียนคนที่	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	รวม (30)
20	6	1	2	1	6	16
21	3	1	5	6	1	16
22	6	2	3	1	3	15
23	5	3	3	3	1	15
24	6	1	6	1	1	15
25	6	1	5	1	1	14
26	6	3	0	3	1	13
27	4	1	1	5	1	12
28	4	0	3	0	3	10
29	1	1	1	1	3	7
30	2	1	1	1	1	6
31	1	0	0	1	0	2
32	1	0	0	0	0	1
33	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0
รวม	51	15	30	24	22	142
r	.783	.640	.750	.353	.603	

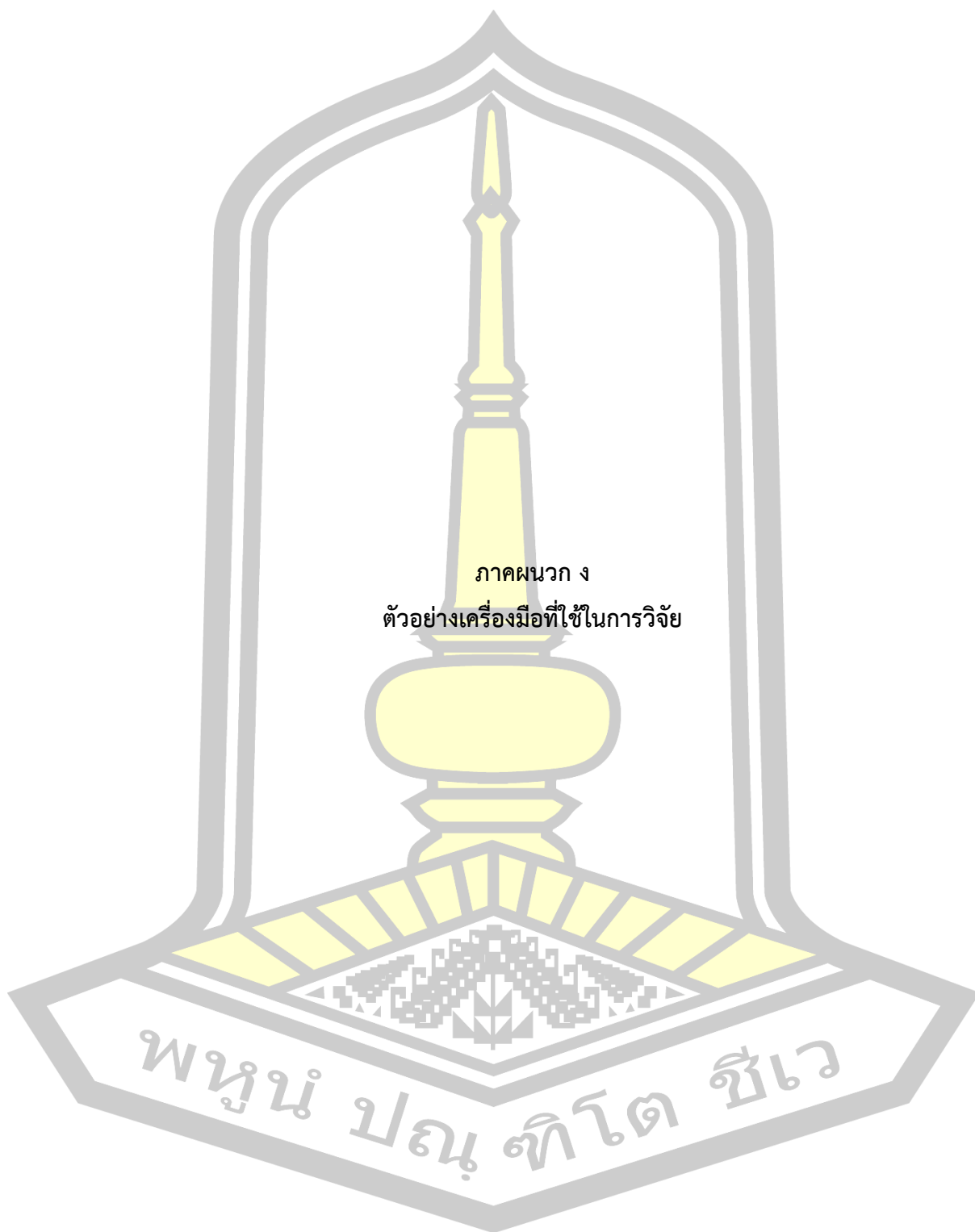
จากตารางที่ 30 พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประเภทอัตนัย 5 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

กลุ่มสูง $S_H$						
นักเรียนคนที่	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	รวม (30)
1	5	6	6	5	5	27
2	6	6	6	2	6	26
3	6	5	6	2	6	25
4	6	6	5	2	6	25
5	6	6	5	2	6	25
6	6	1	6	6	5	24
7	6	6	3	1	6	22
8	6	2	6	6	2	22
9	6	2	6	2	5	21
10	6	1	6	2	6	21
11	6	2	6	0	6	20
12	6	1	6	1	6	20
13	6	6	2	5	0	19
14	5	6	6	2	0	19
15	1	4	6	3	4	18
16	3	5	3	6	0	17
17	6	2	4	2	4	17
18	5	2	3	2	4	16
19	3	5	2	4	2	16
รวม	100	74	93	54	79	400

นักเรียนคนที่	กลุ่มตัว $S_L$					รวม (30)
	ข้อที่ 1 (6)	ข้อที่ 2 (6)	ข้อที่ 3 (6)	ข้อที่ 4 (6)	ข้อที่ 5 (6)	
20	6	0	3	1	5	15
21	6	2	0	2	5	15
22	5	0	5	5	0	15
23	4	2	1	4	4	15
24	5	2	6	0	0	13
25	3	1	2	6	1	13
26	5	0	5	1	0	11
27	1	4	0	0	5	10
28	1	1	3	3	0	8
29	1	1	4	0	0	6
30	0	1	1	1	2	5
31	1	1	0	1	0	3
32	1	0	0	1	0	2
33	1	0	0	0	0	1
34	1	0	0	0	0	1
35	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0
รวม	41	15	30	25	22	133
r	.773	.524	.655	.332	.549	

จากตารางที่ 31 พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประเภทอัตนัย 5 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป



ภาคผนวก ง  
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	แผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities	
คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	หน่วยการเรียนรู้ : ดอกเบี้ย เรื่อง : ดอกเบี้ยทบต้น	จำนวน 1 คาบ เวลา 55 นาที
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	ภาคเรียนที่ 2/2562	

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด ค 1.2 ม.5/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินในการแก้ปัญหา

### 2. สาระสำคัญ

การคิดดอกเบี้ยทบต้น เป็นการคิดดอกเบี้ยโดยนำดอกเบี้ยจากงวดก่อนรวมกับเงินต้นของงวดต่อไป และจะมีการคิดดอกเบี้ยจากเงินต้นงวดใหม่ ซึ่งสามารถคำนวณหาเงินรวมทั้งหมด และดอกเบี้ยที่ได้รับหรืออัตราดอกเบี้ยจากดอกเบี้ยทั้งสองแบบ

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถระบุความหมายของดอกเบี้ยทบต้น และคำนวณหาดอกเบี้ยทบต้นได้ (K)
2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องดอกเบี้ยทบต้นไปใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหาได้ (P)
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)

### 4. สาระการเรียนรู้

การคิดดอกเบี้ยทบต้น

### 5. กิจกรรม/กระบวนการจัดการเรียนรู้

#### ขั้นที่ 1 : อ่านสถานการณ์และตอบคำถามเตรียมความพร้อม

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการให้นักเรียนอ่านสถานการณ์สั้นๆ ในใบกิจกรรมบนหน้าจอโปรเจคเตอร์
2. ครูให้นักเรียนพิจารณาและเตรียมคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ที่อ่าน

สถานการณ์ : เอพิฟลากประจำประเภท 3 ปีกับธนาคารแห่งหนึ่งจำนวน 600,000 บาท โดยธนาคารให้ดอกเบี้ย 3% ต่อปี ธนาคารมีการคิดดอกเบี้ยทบต้นทุกปี อยากทราบว่าเมื่อสิ้นปีที่ 5 จะได้เงินรวมเท่าไร

#### ขั้นที่ 2 : จัดการสถานการณ์ปัญหา

3. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 5 คน โดยแจกการ์ดรูปสัตว์ให้กับนักเรียนทุกคน โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้การ์ดรูปสัตว์เพียง 1 การ์ดเท่านั้น ซึ่งครูผู้สอนทราบผลการเรียนเทอมก่อนของนักเรียนอยู่แล้วว่านักเรียนแต่ละคนจะต้องได้การ์ดรูปสัตว์ชนิดใด ดังนั้นครูผู้สอนจึงแจกการ์ดรูปสัตว์เฉพาะเจาะจงให้กับนักเรียนแต่ละคน เพื่อให้นักเรียนได้การ์ดรูปสัตว์ที่ครูผู้สอนต้องการ โดยกลุ่มที่ 1 คือ การ์ดรูปสุนัข กลุ่มที่ 2 คือ การ์ดรูปแมว กลุ่มที่ 3 คือ การ์ดรูปปลาโลมา กลุ่มที่ 4 คือ การ์ดรูปปลาการ์ป และกลุ่มที่ 5 คือ การ์ดรูปผึ้ง แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยความสามารถประกอบด้วย นักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน

4. นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันคิดหาความสัมพันธ์ในการสร้างสูตรการหาเงินรวมเมื่อฝากเงินครบตามระยะเวลาที่กำหนด และวิธีการแก้ปัญหาจากใบความรู้ โดยครูคอยสังเกต ให้คำแนะนำ และคอยช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดเพื่อให้ นักเรียนสามารถทำงานได้สำเร็จลุล่วง พร้อมทั้งสังเกตนักเรียน ศึกษาถึงวิธีการที่นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผล

### ขั้นที่ 3 : นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

5. เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มสร้างสูตรในการหาเงินรวมเมื่อฝากเงินครบตามระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนอธิบายวิธีในการสร้างสูตรการหาเงินรวมและวิธีการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม แล้วออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูคอยสังเกตกลุ่มที่มีวิธีการคิดแก้ปัญหาที่เหมือนกัน

6. ครูจะใช้คำถามเกี่ยวกับวิธีการสร้างสูตรในการหาเงินรวมและวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนว่าง่ายต่อความเข้าใจของผู้อื่น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร โดยให้นักเรียนอธิบาย

### ขั้นที่ 4 : ประเมินผล

7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินการสร้างสูตรในการหาเงินรวมตามระยะเวลาที่กำหนดว่ามีข้อดีและข้อเสียอย่างไร สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อย่างไร โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนอธิบายข้อดีและข้อเสียของกลุ่มอื่น ๆ และกลุ่มของตัวเอง

8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ และทักษะที่ใช้ในการสร้างสูตรในการหาเงินรวมและวิธีการแก้ปัญหา

9. ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาจากแบบฝึกหัดที่มีวิธีแก้ปัญหาคู่กับปัญหาในกิจกรรม



## 6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถระบุความหมายของดอกเบ็ญทนต์ และคำนวณหาดอกเบ็ญทนต์ได้ (K)	ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด	ประเมินจากการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด	นักเรียนได้คะแนนรวมอยู่ในเกณฑ์ดี
2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องดอกเบ็ญทนต์ไปใช้ในการเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหาได้ (P)	ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด	ประเมินจากการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด	นักเรียนทำถูกต้องมีคะแนนรวมอยู่ในเกณฑ์ดี
3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)	แบบสังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	สังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	นักเรียนได้ระดับคุณภาพจากแบบสังเกตการณ์ทำกิจกรรมในชั้นเรียนมีคะแนนรวมอยู่ในเกณฑ์ดี

## 7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- ใบกิจกรรม
- ใบความรู้
- แบบฝึกหัด

## 8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560

บันทึกข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....  
 .....

ลงชื่อ.....

( นายอุเทน กาญจวิจิตร )

ครูพี่เลี้ยง

วันที่.....เดือน.....ปี.....

บันทึกข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....  
 .....

ลงชื่อ.....

( นายอุเทน กาญจวิจิตร )

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วันที่.....เดือน.....ปี.....

บันทึกข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

.....  
 .....

ลงชื่อ.....

( นางสาวพิศมัย แสงจันทร์เทศ )

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่.....เดือน.....ปี.....

บันทึกข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียน

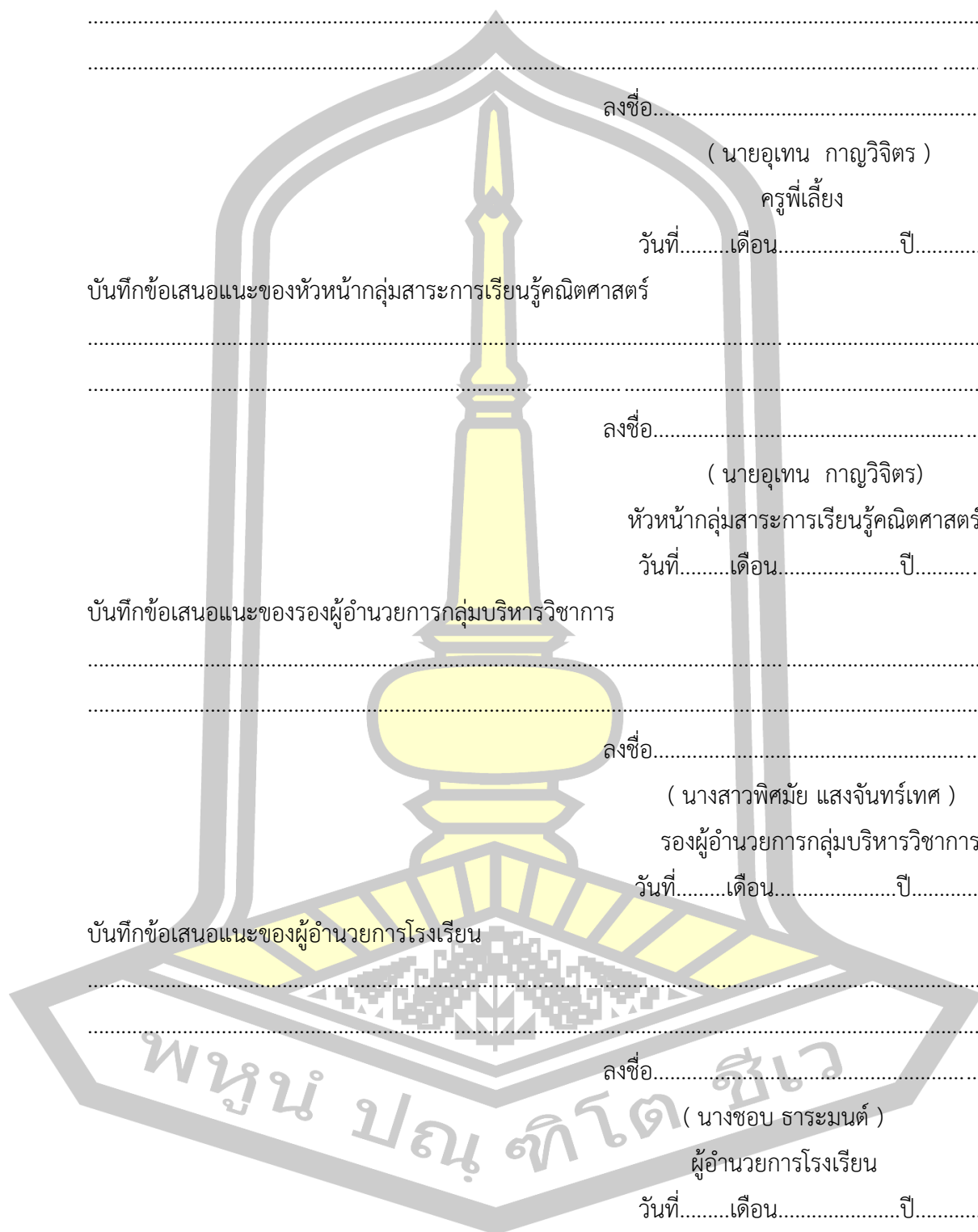
.....  
 .....

ลงชื่อ.....

( นางชอบ ธาระมนต์ )

ผู้อำนวยการโรงเรียน

วันที่.....เดือน.....ปี.....



9.บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ ..... ครูผู้สอนและบันทึก  
( นางสาวชุตติกาญจน์ เหง่าชัยภูมิ )  
วันที่ ..... / ..... / .....

พหุบัน ปณ กิจ เต ชัย

## เกณฑ์การประเมิน

## ด้านความรู้ความเข้าใจ

## แบบประเมินพฤติกรรมด้านความรู้/ความเข้าใจ

ระดับชั้น ..... ประจำวันที่ .....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน						คะแนนรวม
		การเลือกใช้ข้อมูลอย่างเหมาะสม			คำตอบ			
		2	1	0	2	1	0	
1								
2								
3								
4								
5								

รายการประเมิน	2	1	0
1. การเลือกใช้ข้อมูลอย่างเหมาะสม	เลือกใช้ข้อมูลอย่างเหมาะสมและถูกต้อง	เลือกใช้ข้อมูลไม่เหมาะสม	ไม่มีการเลือกใช้ข้อมูล
2. คำตอบ	คำตอบถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์	คำตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	คำตอบไม่ถูกต้อง

## เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

2 หมายถึง ดีมาก, 1 หมายถึง ดี, 0 หมายถึง ควรปรับปรุง

## เกณฑ์การให้คะแนนรวม

0 หมายถึง ควรปรับปรุง

1 - 2 หมายถึง ดี

3 - 4 หมายถึง ดีมาก

## ด้านทักษะ/กระบวนการ

## แบบประเมินพฤติกรรมด้านทักษะ/กระบวนการ

ระดับชั้น ..... ประจำวันที่ .....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน								คะแนนรวม
		การเลือก/ระบุ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ที่ใช้ ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์				การอธิบายแนวทาง/ ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์				
		3	2	1	0	3	2	1	0	
1										
2										
3										
4										
5										

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
1. การเลือก/ ระบุความรู้ ทาง คณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	นักเรียนเลือก/ระบุ ความรู้ หลักการ และวิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ในการ แก้ปัญหาไปใช้ใน การเชื่อมโยงได้ ถูกต้องและ ครบถ้วน	นักเรียนเลือก/ระบุ ความรู้ หลักการ และวิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ใน การแก้ปัญหาไปใช้ ในการเชื่อมโยงได้ ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน	นักเรียนเลือก/ ระบุความรู้ หลักการ และ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ใน การแก้ปัญหาไป ใช้ในการเชื่อมโยง ได้ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถ เลือก/ระบุความรู้ หลักการ และ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ใน การแก้ปัญหาไปใช้ ในการเชื่อมโยงได้
2. การ อธิบาย/	นักเรียนสามารถ เขียนอธิบาย	นักเรียนสามารถ เขียนอธิบาย	นักเรียนสามารถ เขียนอธิบาย	นักเรียนไม่สามารถ เขียนอธิบาย

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
แนวทางขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	แนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ และนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง	แนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ และแต่คำตอบไม่ถูกต้อง	แนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาไม่เหมาะสม และคำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย	แนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้

เกณฑ์การให้คะแนน

3 หมายถึง ดีมาก, 1-2 หมายถึง ดี, 0 หมายถึง ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนรวม

0 - 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

2 - 4 หมายถึง ดี

5 - 6 หมายถึง ดีมาก

พหุ ประถมศึกษา

### ด้านคุณลักษณะ

#### แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์

วันที่ ..... ครั้งที่ ..... ผู้สังเกต .....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน		
		มุ่งมั่นในการทำงาน		
		2	1	0
1				
2				
3				
4				
5				

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2	1	0
มุ่งมั่นในการทำงาน	รับผิดชอบในการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ ลุล่วง และมีการปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น	รับผิดชอบในการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ ลุล่วง แต่ไม่มีการปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น	ไม่มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ ลุล่วง และไม่มีการปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

#### เกณฑ์การให้คะแนน

2 หมายถึง ดีมาก, 1 หมายถึง ดี, 0 หมายถึง ควรปรับปรุง

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรายกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์

วันที่ ..... ครั้งที่ ..... ผู้สังเกต .....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน						คะแนนรวม
		แบ่งหน้าที่ในการทำงาน			ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			
		2	1	0	2	1	0	
1								
2								
3								
4								
5								

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2	1	0
1. แบ่งหน้าที่ในการทำงาน	มีการแบ่งหน้าที่ในการค้นคว้าหาข้อมูลให้กับทุกคนในสมาชิกกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่แต่ไม่ช่วยเพื่อนหรือไม่มีการค้นคว้าข้อมูลตามที่ได้แบ่งไว้	ไม่มีการแบ่งหน้าที่ในการค้นคว้าหาข้อมูลให้กับทุกคนในสมาชิกกลุ่ม
2. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ยอมรับฟังความคิดเห็นของทุกคนในกลุ่ม	ยอมรับฟังความคิดเห็นของทุกคนในกลุ่มแต่ไม่ก็จะทำตามความคิดของตัวเอง	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของทุกคนในกลุ่ม

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

2 หมายถึง ดีมาก, 1 หมายถึง ดี, 0 หมายถึง ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนรวม

0 หมายถึง ควรปรับปรุง

1 - 2 หมายถึง ดี

3 - 4 หมายถึง ดีมาก



## ใบความรู้

การคิดดอกเบี้ยทบต้น การคิดดอกเบี้ยแบบนี้ ระยะเวลาจะถูกแบ่งเป็นงวดๆ และเมื่อถึงกำหนดการคิดดอกเบี้ย ก็จะมีการคิดดอกเบี้ยของงวดนั้นและนำดอกเบี้ยที่ได้มารวมเป็นเงินต้นของงวดถัดไป ทำให้เงินต้นมีจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ

**ตัวอย่างที่ 1 :** มีนาฝากเงิน 10,000 บาท กับธนาคารที่ให้อัตราดอกเบี้ย 5% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุกปี จงหาเงินในบัญชีเมื่อสิ้นปีที่ 3 โดยที่ไม่มีการฝากและถอนเงินในระหว่างนี้

**วิธีทำ** 1) เงินรวมเมื่อฝากเงินครบ 1 ปี หาได้จาก จำนวนเงินต้นรวมกับดอกเบี้ยของเงินต้น

ดังนั้น เงินรวมเมื่อฝากเงินครบ 1 ปี คือ  $10,000 + 10,000(0.05) = 10,500$  บาท

2) เงินรวมเมื่อฝากเงินครบ 2 ปี หาได้จาก เงินรวมของปีแรกรวมกับดอกเบี้ยที่ได้รับในปีที่สอง

ดังนั้น เงินรวมเมื่อฝากเงินครบ 2 ปี คือ  $10,500 + 10,500(0.05) = 11,025$  บาท

3) เงินรวมเมื่อฝากเงินครบ 3 ปี หาได้จากเงินรวมของปีที่สองรวมกับดอกเบี้ยที่ได้รับในปีที่สาม

ดังนั้น เงินรวมเมื่อฝากเงินครบ 3 ปี คือ  $11,025 + 11,025(0.05) = 11,576.25$  บาท

**ตัวอย่างที่ 2 :** อารีฝากเงิน 10,000 บาท กับสถาบันการเงินแห่งหนึ่งโดยสถาบันการเงินให้ดอกเบี้ย 12% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยทบต้นทุก 3 เดือน อยากทราบว่าเมื่อสิ้น อารีจะได้เงินต้นพร้อมดอกเบี้ยเป็นเงินรวมเท่าใด

**วิธีทำ** จะได้ว่า ดอกเบี้ยของเงิน 1 บาท ในเวลา 1 งวด (3 เดือน) คือ  $\left(\frac{12}{100}\right)\frac{1}{4} = 0.03$  บาท

เนื่องจากธนาคารคิดดอกเบี้ยทุก ๆ 3 เดือนนั่นคือใน 1 ปีจะมีการคิดดอกเบี้ยทบต้นทั้งหมด 4 ครั้ง

กำหนดให้  $S_n$  คือเงินรวมเมื่อสิ้นงวดที่  $n$

คำนวณ  $S_1$

เงินต้นมีจำนวนเท่ากับ 100,000 บาท

เงินต้น 1 บาท ในเวลา 1 งวด ได้ดอกเบี้ย 0.03 บาท

จะได้  $100,000(0.03)$  บาท

ดังนั้น เงินรวม  $S_1$  คือ  $100,000 + 100,000(0.03)$  บาท

คำนวณ  $S_2$

เงินต้นในการคิดดอกเบี้ยเมื่อสิ้นงวดที่ 2 คือ เงินรวมเมื่อสิ้นงวดที่ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $S_1$

เงินต้นงวดที่ 1 คือ  $100,000 + 100,000(0.03)$  บาท

ดังนั้นเงินรวม  $S_2$  คือ

$$\begin{aligned}
 & 100,000 + 100,000(0.03) + (100,000 + 100,000(0.03))(0.03) \\
 & = 100,000(1+0.03) + (100,000(1+0.03))(0.03) \\
 & = 100,000(1+0.03)(1+0.03) \\
 & = 100,000(1+0.03)^2 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

คำนวณ  $S_3$

เงินต้นในการคิดดอกเบี้ยเมื่อสิ้นงวดที่ 3 คือ เงินรวมเมื่อสิ้นงวดที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $S_2$

เงินต้นงวดที่ 2 คือ  $100,000(1+0.03)^2$  บาท

ดังนั้นเงินรวม  $S_3$  คือ

$$\begin{aligned}
 & 100,000(1+0.03)^2 + (100,000(1+0.03)^2)(0.03) \\
 & = (100,000(1+0.03)^2)(1+0.03) \\
 & = 100,000(1+0.03)^3 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

คำนวณ  $S_4$

เงินต้นในการคิดดอกเบี้ยเมื่อสิ้นงวดที่ 4 คือ เงินรวมเมื่อสิ้นงวดที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ  $S_3$

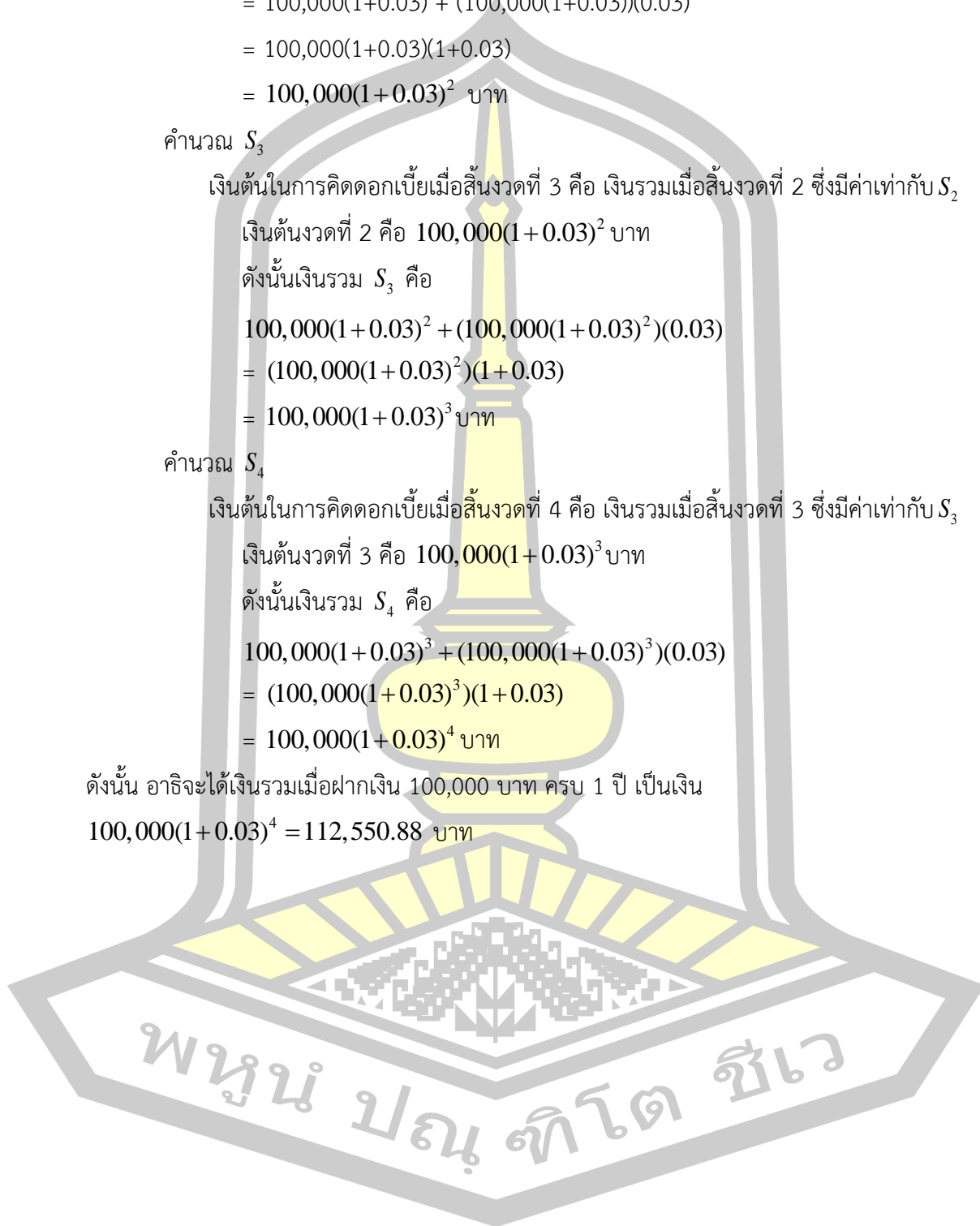
เงินต้นงวดที่ 3 คือ  $100,000(1+0.03)^3$  บาท

ดังนั้นเงินรวม  $S_4$  คือ

$$\begin{aligned}
 & 100,000(1+0.03)^3 + (100,000(1+0.03)^3)(0.03) \\
 & = (100,000(1+0.03)^3)(1+0.03) \\
 & = 100,000(1+0.03)^4 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น อาธิจะได้เงินรวมเมื่อฝากเงิน 100,000 บาท ครบ 1 ปี เป็นเงิน

$$100,000(1+0.03)^4 = 112,550.88 \text{ บาท}$$



### ใบกิจกรรม

สถานการณ์ : เพลิงป่าประจำประเภท 3 ปีกับธนาคารแห่งหนึ่งจำนวน 600,000 บาท  
โดยธนาคารให้ดอกเบี้ย 3% ต่อปี ธนาคารมีการคิดดอกเบี้ยทบต้นทุกปี อยากรทราบว่าเมื่อ  
สิ่งเจีที่ ๕ ๑๗ ได้เงินรวมเท่าไร

การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

พญาน ปณ กิโต สีเว

### แบบฝึกหัด

ณิธีฝากเงิน 10,000 บาท กับธนาคารที่ให้ดอกเบี้ย 10% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยทบต้นทุกปี เมื่อฝากเงินครบ 2 ปี และ 3 ปี จะมีเงินรวมเท่าใด

การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

พจนานุกรม ศัพท์ โด่ ชั่ว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12	แผนการจัดการเรียนรู้แบบ Model – Eliciting Activities	
คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	หน่วยการเรียนรู้ : ดอกเบี้ย เรื่อง : ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวด (ต่อ)	จำนวน 1 คาบ เวลา 55 นาที
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	ภาคเรียนที่ 2/2562	
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7	สอนวันที่ .....	เดือน .....
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8	สอนวันที่ .....	เดือน .....

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด ค 1.2 ม.5/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินในการแก้ปัญหา

### 2. สาระสำคัญ

เงินงวดเกิดขึ้น ณ วันปลายงวด หมายถึง มูลค่ารวมในอนาคตของเงินงวด ซึ่งเท่ากับผลรวมของเงินงวดแต่ละงวดทบต้นด้วยดอกเบี้ยตามกาลเวลา

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถคำนวณหาผลลัพธ์ของค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวดได้ (K)
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องอนุกรมเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวดได้ (P)
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน (A)

### 4. สาระการเรียนรู้

ค่างวดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวด

### 5. กิจกรรม/กระบวนการจัดการเรียนรู้

#### ขั้นที่ 1 : อ่านสถานการณ์และตอบคำถามเตรียมความพร้อม

1. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการให้นักเรียนอ่านสถานการณ์สั้นๆ ในใบกิจกรรมบนหน้าจอโปรเจคเตอร์

## 2. ครูให้นักเรียนพิจารณาและเตรียมคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ที่อ่าน

สถานการณ์ : น้ำทิพย์ซื้อเครื่องซักผ้าราคา 20,000 บาท โดยตกลงจ่ายเงินดาวน์ 5,000 บาท และผ่อนชำระส่วนที่เหลือเป็นจำนวนเงินเท่ากันทุกเดือน เป็นเวลา 6 เดือน โดยผ่อนชำระทุกสิ้นเดือน ถ้าอัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุกเดือนแล้ว น้ำทิพย์จะต้องผ่อนชำระเดือนละเท่าใด

### ขั้นที่ 2 : จัดการสถานการณ์ปัญหา

3. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 5 คน โดยแจกการ์ดรูปสัตว์ให้กับนักเรียนทุกคน โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้การ์ดรูปสัตว์เพียง 1 การ์ดเท่านั้น ซึ่งครูผู้สอนทราบผลการเรียนเทอมก่อนของนักเรียนอยู่แล้วว่ามีนักเรียนแต่ละคนจะต้องได้การ์ดรูปสัตว์ชนิดใด ดังนั้นครูผู้สอนจึงแจกการ์ดรูปสัตว์เฉพาะเจาะจงให้กับนักเรียนแต่ละคน เพื่อให้นักเรียนได้การ์ดรูปสัตว์ที่ครูผู้สอนต้องการ โดยกลุ่มที่ 1 คือ การ์ดรูปสุนัข กลุ่มที่ 2 คือ การ์ดรูปแมว กลุ่มที่ 3 คือ การ์ดรูปปลาโลมา กลุ่มที่ 4 คือ การ์ดรูปปลาการ์ป และกลุ่มที่ 5 คือ การ์ดรูปผึ้ง แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยความสามารถประกอบด้วย นักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน

4. นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันคิดหาความสัมพันธ์ในการสร้างสูตรการหาเงินรวมเมื่อฝากเงินครบตามระยะเวลาที่กำหนด และวิธีการแก้ปัญหาจาก QR code ที่ครูแจกให้ท้ายแผนผังกางปลา และใช้แผนผังกางในการระบุปัญหาและวิธีในการแก้ปัญหา

5. ครูคอยสังเกต ให้คำแนะนำ และคอยช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดเพื่อให้ นักเรียนสามารถทำงานได้สำเร็จจุล่ง พร้อมทั้งสังเกตนักเรียน ศึกษาถึงวิธีการที่นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผล

### ขั้นที่ 3 : นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

6. เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มสร้างสูตรในการหาเงินรวมเมื่อฝากเงินครบตามระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนอธิบายวิธีในการสร้างสูตรการหาเงินรวมและวิธีการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม แล้วออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูคอยสังเกตกลุ่มที่มีวิธีการคิดแก้ปัญหาที่เหมือนกัน

7. ครูจะใช้คำถามเกี่ยวกับวิธีการสร้างสูตรในการหาเงินรวมและวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนว่าง่ายต่อความเข้าใจของผู้อื่น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร โดยให้นักเรียนอธิบาย

### ขั้นที่ 4 : ประเมินผล

8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินการสร้างสรรค์ในการหาเงินรวมตามระยะเวลาที่กำหนดว่ามีข้อดีและข้อเสียอย่างไร สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อย่างไร โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนอธิบายข้อดีและข้อเสียของกลุ่มอื่น ๆ และกลุ่มของตัวเอง

9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ และทักษะที่ใช้ในการสร้างสรรค์ในการหาเงินรวมและวิธีการแก้ปัญหา

10. ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาจากแบบฝึกหัดที่มีวิธีแก้ปัญหาคู่คล้ายกับปัญหาในกิจกรรม

#### 6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีการ	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถคำนวณหาผลลัพธ์ของค่าวงวัดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวดได้ (K)	ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด	ประเมินจากการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด	นักเรียนได้คะแนนรวมอยู่ในเกณฑ์ดี
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องอนุกรมเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องค่าวงวัดที่รับหรือจ่ายตอนสิ้นงวดได้ (P)	ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด	ประเมินจากการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด	นักเรียนทำถูกต้อง มีคะแนนรวมอยู่ในเกณฑ์ดี
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน (A)	แบบสังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	สังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	นักเรียนได้ระดับคุณภาพจากแบบสังเกตการณ์ทำกิจกรรมในชั้นเรียน มีคะแนนรวมอยู่ในเกณฑ์ดี

#### 7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- ใบกิจกรรม
- ใบความรู้
- แบบฝึกหัด
- แผนผังกำแพงปลา

## 8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560

## 9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้

ปัญหาและอุปสรรค

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

พจนานุกรม ศัพท์คณิตศาสตร์



ลงชื่อ ..... ครูผู้สอนและบันทึก

( นางสาวชุตติกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ )

วันที่ ..... / ..... / .....

เกณฑ์การประเมิน

ด้านความรู้ความเข้าใจ

แบบประเมินพฤติกรรมด้านความรู้/ความเข้าใจ

ระดับชั้น ..... ประจำวันที่ .....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน						คะแนนรวม
		การเลือกใช้ข้อมูลอย่างเหมาะสม			คำตอบ			
		2	1	0	2	1	0	
1								
2								
3								
4								
5								

รายการประเมิน	2	1	0
1. การเลือกใช้ข้อมูลอย่างเหมาะสม	เลือกใช้ข้อมูลอย่างเหมาะสมและถูกต้อง	เลือกใช้ข้อมูลไม่เหมาะสม	ไม่มีการเลือกใช้ข้อมูล
2. คำตอบ	คำตอบถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์	คำตอบถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	คำตอบไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

2 หมายถึง ดีมาก, 1 หมายถึง ดี, 0 หมายถึง ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนรวม

0 หมายถึง ควรปรับปรุง

1 - 2 หมายถึง ดี

3 - 4 หมายถึง ดีมาก

ดี

## นพดติกรรมด้านทักษะ/กระบวนการ

ระดับชั้น ..... ประจำปีที่ .....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน								คะแนนรวม
		การเลือก/ระบุ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ที่ใช้ ในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์				การอธิบายแนวทาง/ ขั้นตอนในการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์				
		3	2	1	0	3	2	1	0	
1										
2										
3										
4										
5										

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
1. การเลือก/ ระบุความรู้ ทาง คณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	นักเรียนเลือก/ระบุ ความรู้ หลักการ และวิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ในการ แก้ปัญหาไปใช้ใน การเชื่อมโยงได้ ถูกต้องและ ครบถ้วน	นักเรียนเลือก/ระบุ ความรู้ หลักการ และวิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ใน การแก้ปัญหาไปใช้ ในการเชื่อมโยงได้ ถูกต้องแต่ไม่ ครบถ้วน	นักเรียนเลือก/ ระบุความรู้ หลักการ และ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ใน การแก้ปัญหาไป ใช้ในการเชื่อมโยง ได้ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถ เลือก/ระบุความรู้ หลักการ และ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ใน การแก้ปัญหาไปใช้ ในการเชื่อมโยงได้

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
2. การอธิบาย/แนวทางขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ และนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ และแต่คำตอบไม่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาไม่เหมาะสม และคำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย	นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้

เกณฑ์การให้คะแนน

3 หมายถึง ดีมาก, 1-2 หมายถึง ดี, 0 หมายถึง ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนรวม

0 - 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

2 - 4 หมายถึง ดี

5 - 6 หมายถึง ดีมาก

ศูนย์ ปณฺ ทัต ชีเว

ด้านคุณลักษณะ

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์

วันที่ ..... ครั้งที่ ..... ผู้สังเกต .....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน		
		มีความกระตือรือร้นในการทำงาน		
		2	1	0
1				
2				
3				
4				
5				

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2	1	0
มีความกระตือรือร้นในการทำงาน	ลงมือปฏิบัติงานทันทีที่ได้รับมอบหมาย	ลงมือปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายช้า ต้องคอยกระตุ้นหรือนำแนะ	ไม่ปฏิบัติงานเลย

เกณฑ์การให้คะแนน

2 หมายถึง ดีมาก, 1 หมายถึง ดี, 0 หมายถึง ควรปรับปรุง

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์

วันที่ ..... ครั้งที่ ..... ผู้สังเกต .....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน						คะแนน รวม
		แบ่งหน้าที่ใน การทำงาน			ยอมรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น			
		2	1	0	2	1	0	
1								
2								
3								
4								
5								

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2	1	0
1. แบ่งหน้าที่ในการทำงาน	มีการแบ่งหน้าที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล ให้กับทุกคนในสมาชิกกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่แต่ไม่ช่วยเพื่อนหรือไม่มี การค้นคว้าข้อมูล ตามที่ได้แบ่งไว้	ไม่มีการแบ่งหน้าที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล ให้กับทุกคนในสมาชิกกลุ่ม
2. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ยอมรับฟังความคิดเห็นของทุกคนในกลุ่ม	ยอมรับฟังความคิดเห็นของทุกคนในกลุ่มแต่ไม่ก็จะทำตามความคิดของตัวเอง	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของทุกคนในกลุ่ม

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

2 หมายถึง ดีมาก, 1 หมายถึง ดี, 0 หมายถึง ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนรวม

0 หมายถึง ควรปรับปรุง

1 - 2 หมายถึง ดี

3 - 4 หมายถึง ดีมาก

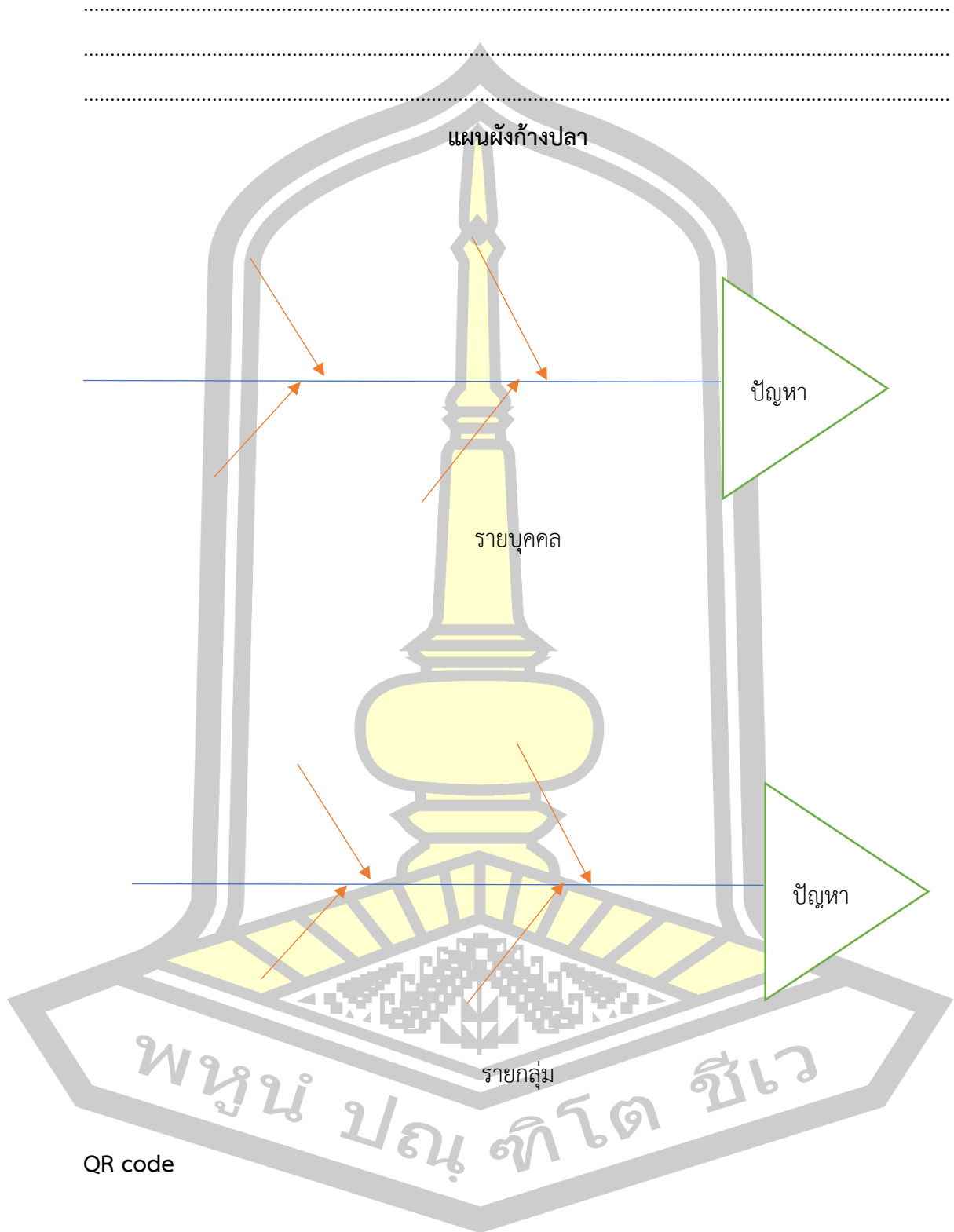
ใบกิจกรรม

สนธิสัญญาฉบับนี้ทำขึ้นที่กรุงเทพฯ เมื่อวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2500 มีมูลค่า 20,000 บาท โดยตกลงจ่ายเงินดาวน์ 5,000 บาท และผ่อนชำระส่วนที่เหลือเป็นจำนวนเงินเท่ากันทุกเดือน เป็นเวลา 6 เดือน โดยผ่อนชำระทุกสิ้นเดือน ถ้าอัตราดอกเบี้ย 12% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุกเดือนแล้ว น้ำทิพย์จะต้องผ่อนชำระเดือนละเท่าใด

การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

พญาน ปณ กิจโต ชิว





### แบบฝึกหัด

นายสมกิจซื้อบ้านราคา 5,000,000 บาทโดยต้องผ่อนธนาคารทุก ๆ เดือน เป็นจำนวนเท่าๆ กัน โดยเริ่มผ่อนงวดแรกหลังจากซื้อบ้านแล้ว 1 เดือน ธนาคารดอกเบี้ย 6% ต่อปี ถ้านายสมกิจต้องการผ่อนบ้านให้หมดภายใน 20 ปี จะต้องผ่อนบ้านเดือนละเท่าไร

การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

พูน บอดิวะ ชีเว



ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เรื่องดอกเบี้ยย

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค32102)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแสดงวิธีในการหาคำตอบโดยละเอียด

1. ลินท์ฝากเงิน 19,000 บาท กับสถาบันการเงินแห่งหนึ่ง คิดดอกเบี้ยทบต้นแบบทุกปีเป็นเวลา 5 ปี โดยไม่มีการฝากและถอนเงินในระหว่างนี้ เมื่อครบ 10 ปี พบว่ามีเงินรวมประมาณ 87,297 บาท จงหาอัตราดอกเบี้ยที่ธนาคารกำหนดสำหรับเงินฝากนี้

การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

พจนานุกรมศัพท์โตชีวะ

2. ธนาคารแห่งหนึ่งกำหนดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 0.75 ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยทบต้นทุกปี

1) ถ้าฝากเงิน 15,000 บาท โดยไม่มีการถอนเงิน จงหาจำนวนเงินในบัญชีเมื่อสิ้นปีที่ 5 และ ดอกเบี้ยทั้งหมดที่ได้รับ

2) ถ้าต้องการให้มีเงินในบัญชีเมื่อสิ้นปีที่ 10 เป็นจำนวนเงิน 45,000 บาท จะต้องฝากเงินต้นไว้อย่างน้อยเท่าใด

การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ลูกน้ำฝากเงินไว้กับธนาคารแห่งหนึ่งกำหนดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 15 ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุกปี ถ้าต้องการให้มีเงินในบัญชีเมื่อสิ้นปีที่ 5 เป็นจำนวนเงิน 150,000 บาท แล้วต้องฝากเงินต้นไว้อย่างน้อยเท่าใด

การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแสดงวิธีในการหาคำตอบโดยละเอียด

1. ญาติฝากเงินไว้กับธนาคารแห่งหนึ่งกำหนดอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 4 ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุกปี ถ้าต้องการให้มีเงินในบัญชีเมื่อสิ้นปีที่ 30 เป็นจำนวนเงิน 10,000,000 บาท แล้วต้องฝากเงินต้นไว้อย่างน้อยเท่าใด

การเลือก/ระบุมารู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. บริษัทแห่งหนึ่งกำหนดเงินเดือนเริ่มต้นสำหรับพนักงานวุฒิปริญญาโท 30,000 บาท โดยเงินเดือนจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 ต่อปี และเงินเดือนสูงสุดที่พนักงานวุฒิปริญญาโทจะได้รับคือ 195,000 บาท ถ้าณดามีวุฒิปริญญาโทและเริ่มทำงานที่บริษัทแห่งนี้เมื่ออายุ 30 ปี จงหาว่า

- 1) เมื่อณดาอายุ 35 ปี จะได้รับเงินเดือนเท่าใด
- 2) ณดาต้องทำงานกี่ปีจึงจะได้รับเงินเดือนเกิน 50,000 บาท
- 3) ณดาจะได้รับเงินเดือนสูงสุดเมื่ออายุเท่าใด

การเลือก/ระบุมารู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. แพทย์หญิงฉวีนาอายุ 25 ปี เป็นแพทย์ที่ได้รับปริญญาแพทยศาสตรบัณฑิตและได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพเวชกรรม ได้เงินเดือนเริ่มต้นเดือนละ 18,000 บาท และนายแพทย์ภีระอายุ 28 ปี เป็นแพทย์ที่ได้รับวุฒิบัตรแสดงความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรมของแพทยสภาที่มีกำหนดศึกษาอบรมไม่น้อยกว่า 3 ปี ต่อจากวุฒิปริญญาแพทยศาสตรบัณฑิตและได้รับใบประกอบวิชาชีพเวชกรรม ได้เงินเดือนเริ่มต้นเดือนละ 24,000 บาท กำหนดให้เงินเดือนของแพทย์เพิ่มขึ้นร้อยละ 7 ต่อปี จงหาว่า

1. เมื่อทั้งสองคนมีอายุ 40 ปี ใครจะมีเงินเดือนมากกว่ากันและมากกว่ากันเท่าใด
2. ถ้าเงินเดือนสูงสุดที่แพทย์จะได้รับคือ 96,800 บาท และแพทย์หญิงฉวีนาและนายแพทย์ภีระจะได้รับเงินเดือนสูงสุดเมื่ออายุเท่าใด

การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแสดงวิธีในการหาคำตอบโดยละเอียด

1. ขนิษฐฝักเงินกับธนาคารแห่งหนึ่งจำนวน 15,300 บาท ได้รับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 14% ต่อปี โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 4 ปี จงหาจำนวนเงินในบัญชี เมื่อฝากเงินครบ 15 ปี

การเลือก/ระบุมารู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. นคุณฝากเงิน 125,000 บาท กับสถาบันการเงินแห่งหนึ่ง โดยสถาบันการเงินนี้คิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 3 เดือน เมื่อฝากเงินครบ 10 ปี เขาพบว่าเงินในบัญชีประมาณ 256,800 บาท จงหาอัตราดอกเบี้ยต่อปีที่สถาบันการเงินกำหนด ถ้าอัตราดอกเบี้ยคงที่ตลอดระยะเวลาที่ฝากเงิน

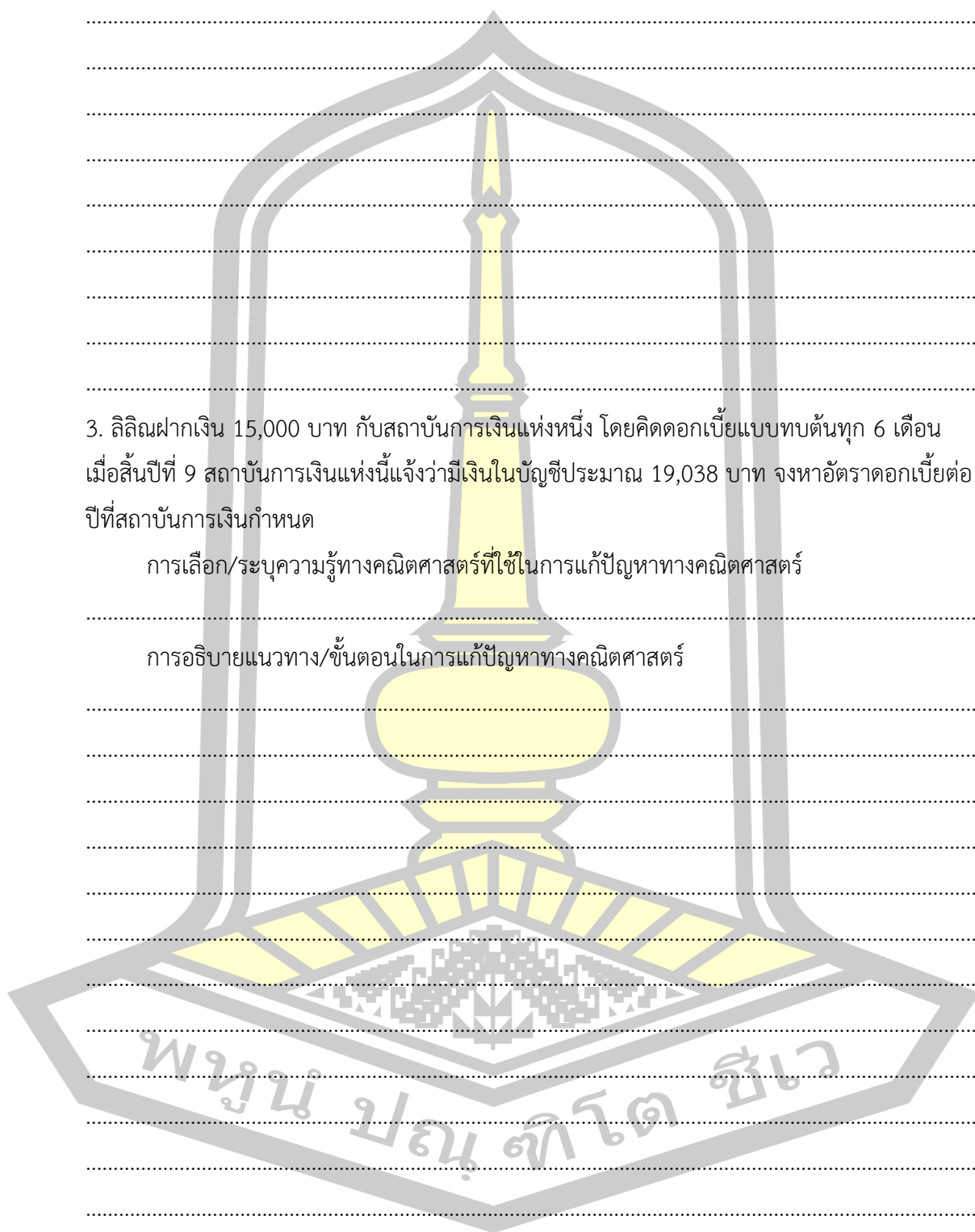
การเลือก/ระบุมารู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ลิลินฝากเงิน 15,000 บาท กับสถาบันการเงินแห่งหนึ่ง โดยคิดดอกเบี้ยแบบทบต้นทุก 6 เดือน เมื่อสิ้นปีที่ 9 สถาบันการเงินแห่งนี้แจ้งว่ามีเงินในบัญชีประมาณ 19,038 บาท จงหาอัตราดอกเบี้ยต่อปีที่สถาบันการเงินกำหนด

การเลือก/ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

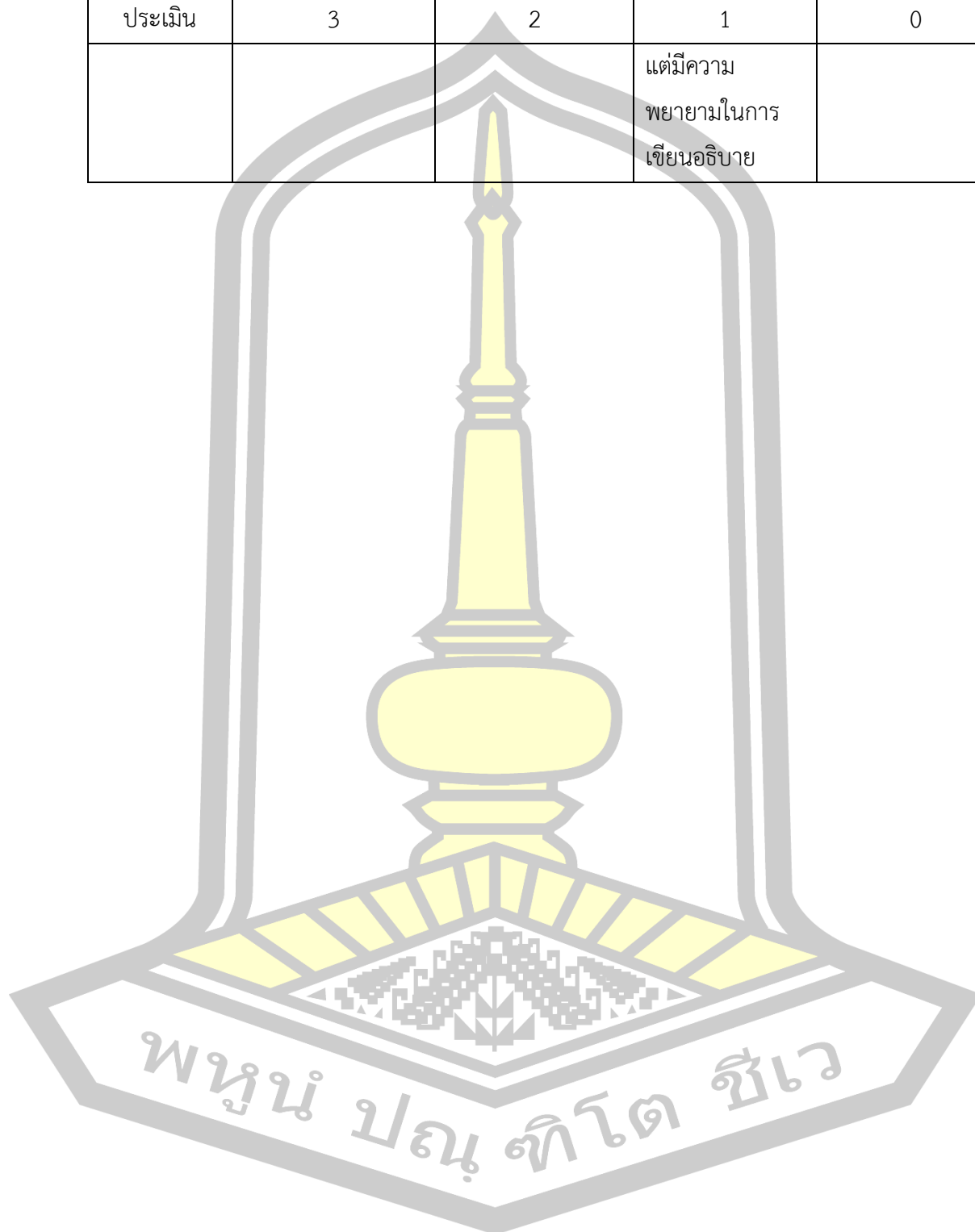
การอธิบายแนวทาง/ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



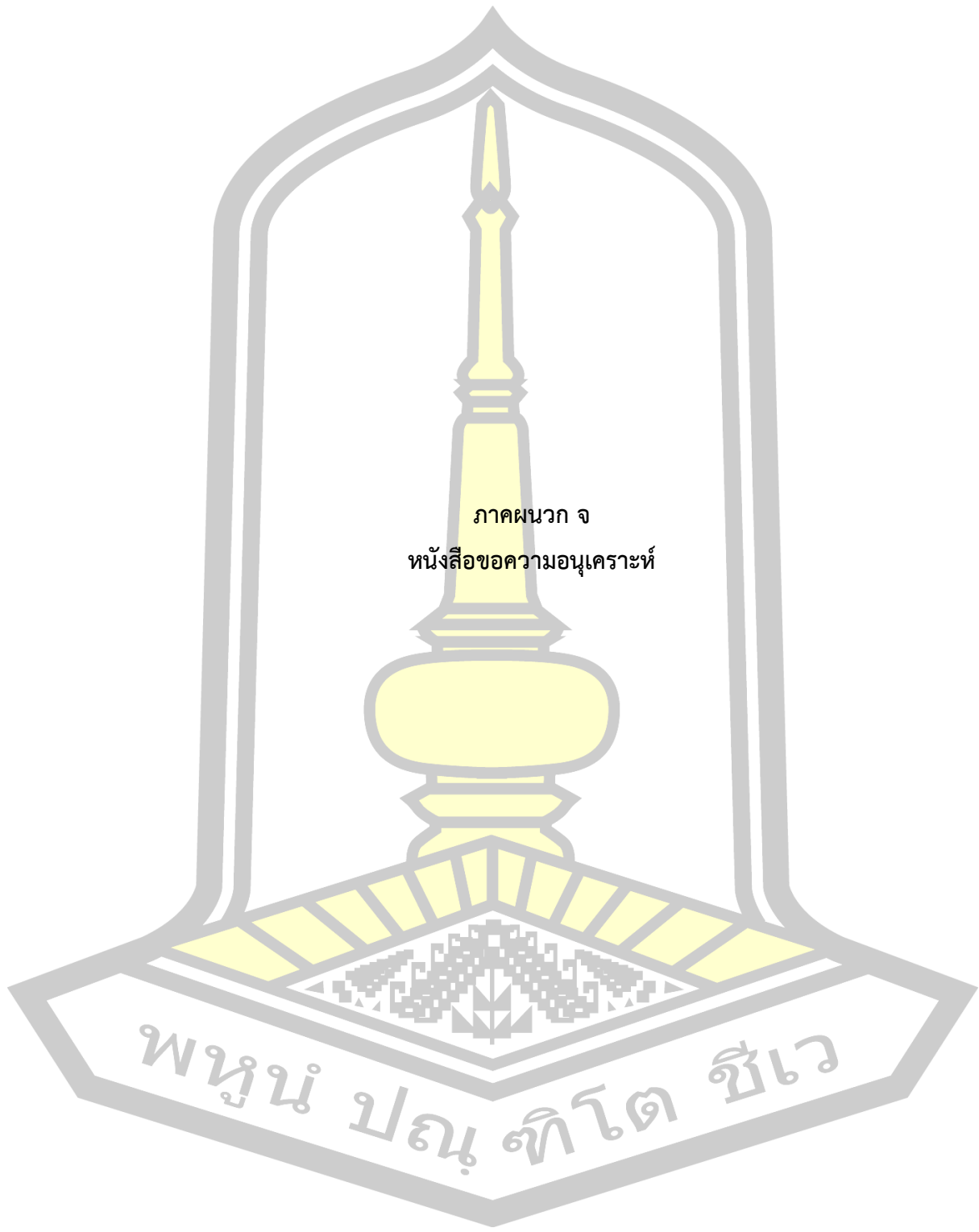
## เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
1. การเลือก/ระบุมารู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	นักเรียนเลือก/ระบุมารู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้ถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนเลือก/ระบุมารู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนเลือก/ระบุมารู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถเลือก/ระบุมารู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไปใช้ในการเชื่อมโยงได้
2. การอธิบาย/แนวทางขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ และนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้ และแต่คำตอบไม่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาไม่เหมาะสม และคำตอบไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ของปัญหาได้

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
			แต่มีความ พยายามในการ เขียนอธิบาย	







ภาคผนวก จ  
หนังสือขอความอนุเคราะห์

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว



**บันทึกข้อความ**

ส่วนราชการ ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ โทรศัพท์ 0-4372-1764 ภายใน 6216

ที่ อว0605.5(2)/ว7057

วันที่ 27 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รศ.ดร.ประสพ เนื่องเฉลิม

ด้วย นางสาวชุตติกาญจน์ เหง่าชัยภูมิ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities (MEAs) เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รศ.ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



**บันทึกข้อความ**

ส่วนราชการ ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ โทรศัพท์ 0-4372-1764 ภายใน 6216

ที่ อว0605.5(2)/ว7057

วันที่ 27 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.อรนุช ศรีสะอาด

ด้วย นางสาวชุตติกาญจน์ เหง่าชัยภูมิ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities (MEAs) เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รศ.ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



**บันทึกข้อความ**

ส่วนราชการ ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ โทรศัพท์ 0-4372-1764 ภายใน 6216

ที่ อว0605.5(2)/ว7057

วันที่ 27 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขออนุมัติครุฑเป็นผู้ใช้ชื่อยาตราตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล

ด้วย นางสาวชุตติกาญจน์ เหง่าชัยภูมิ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities (MEAs) เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รศ.ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุมัติครุฑจากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุมัติ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว0605.5(2)/ว7056

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

27 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  
เรียน นายอุเทน กาญจวิจิตร

ด้วย นางสาวชุตติกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ นิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิชา กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities (MEAs) เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำรงหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รศ.ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โคมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
หมายเลขโทรศัพท์นิสิต 0942615046



ที่ อว0605.5(2)/ว7056

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

27 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  
เรียน นายดำรงศักดิ์ ปัญญาทิพย์

ด้วย นางสาวชุตติกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ นิสิตระดับปริญญาโทสาขาวิชา กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities (MEAs) เรื่อง ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำรงหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รศ.ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
หมายเลขโทรศัพท์นิตินิต 0942615046



ที่ อว 0605.5(2)/019

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

3 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

ด้วย นางสาวชุตติกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Model-Eliciting Activities (MEAs) เรื่อง ดอกเบญจและมูลค่าของเงิน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวชุตติกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4374-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0942615046

มหาสารคาม

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวชุตติกาญจน์ เหง้าชัยภูมิ
วันเกิด	วันที่ 23 กันยายน พ.ศ.2537
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 55/19 ถนนศรีทเวา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด รหัสไปรษณีย์ 45000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2552 โรงเรียนสตรีศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด พ.ศ. 2555 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย จังหวัดร้อยเอ็ด พ.ศ. 2560 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2563 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัด มหาสารคาม
ทุนวิจัย	ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สควค.)

พูนัน ปณุกิตโต ชีวะ