



ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการ
สื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4



โดย
นางสาวปัทมรา แจ่มใส

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถ
ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE EFFECTS OF THE PROBLEM-BASED LEARNING WITH INFOGRAPHICS ON
THE MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITY
OF FOURTH GRADE STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Education (CURRICULUM AND INSTRUCTION)
Department of Curriculum and Instruction
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2019
Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

โดย ปกัสร่า แจ่มใส

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน แผนก ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรัญญา จันทร์ชูสกุล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสูตร โพธิ์เงิน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์)

59263308 : หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์, การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, สื่ออินโฟกราฟิก

นางสาว ปัทมา แจ่มใส: ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรัญญา จันทร์ชูสกุล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน ของโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมอฑิต) ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย (M) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ($M = 16.66$, $SD = 3.73$) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ($M = 8.55$, $SD = 3.00$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ($M = 26.92$, $SD = 5.35$) สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ($M = 11.79$, $SD = 3.61$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

59263308 : Major (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Keyword : mathematical communication ability, problem-based learning, infographics

MISS PAPASSARA CHAMSAI : THE EFFECTS OF THE PROBLEM-BASED LEARNING WITH INFOGRAPHICS ON THE MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITY OF FOURTH GRADE STUDENTS THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR SARANYA CHANCHUSAKUN, Ph.D.

The purposes of this research were to 1) compare the learning achievements of fourth grade students before and after learning by the problem-based learning with infographics, 2) compare the mathematical communication ability of fourth grade students before and after learning by the problem-based learning with infographics and 3) study students' satisfactions towards the problem-based learning with infographics. The research sample consisted of 38 fourth grade students from Chumchonwatyaiphohak (Pobenchamauthit) School. Cluster random sampling technique was employed for selecting; the classroom was a random unit. The instruments used for collecting data consisted of: 1) lesson plan, 2) an achievement test, 3) the ability test in mathematical communication and 4) the satisfaction questionnaire the effects of the problem-based learning with infographics on the mathematical communication ability. The statistics used to analyze the data were mean (M), standard deviation (SD) and dependent t-test.

The results of the study were as follows.

1. The learning achievements of fourth grade students after learning by the problem-based learning with infographics ($M = 16.66$, $SD = 3.73$) higher than before learning ($M = 8.55$, $SD = 3.00$) at the significance level of .05.

2. The mathematical communication ability of fourth grade students after learning by the problem-based learning with infographics ($M = 26.92$, $SD = 5.35$) higher than before learning ($M = 11.79$, $SD = 3.61$) at the significance level of .05.

3. The satisfactions of fourth grade students towards the problem-based learning with infographics were very high level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สำเร็จลุล่วงด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สร้อยญา จันทรชูสกุล ที่ให้คำปรึกษาทั้งด้านวิชาการ ให้ความเมตตากรุณา พร้อมทั้งให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นตลอดระยะเวลาที่ศึกษา ตลอดจนตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องซึ่งเป็นประโยชน์แก่งานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชพัฒน์วรชัย และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ให้คำปรึกษาด้วยความ เอาใจใส่และให้กำลังใจเสมอ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสูตร โพธิ์เงิน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้คำแนะนำทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม อาจารย์ ดร.กนิษฐา เซาว์วัฒนกุล และ อาจารย์ ดร.สิริกมล หม่อมลทิน ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ในการพิจารณาตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน และน้องนักศึกษาสาขาหลักสูตรและการสอน ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และเป็นกำลังใจตลอดมา

ขอขอบพระคุณครอบครัว คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาในระดับปริญญาโทมาบัดนี้ เฝ้ามองถึงความสำคัญของการศึกษา คอยอบรมเลี้ยงดู ตลอดจนคอยเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัย ประสบความสำเร็จ สุดท้ายนี้คุณงามความดีอันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณในชีวิตของผู้วิจัยทุกท่านที่ทำให้ผู้วิจัยมีโอกาสได้เรียนรู้ ได้รับประสบการณ์มากมาย และประสบความสำเร็จมาจนทุกวันนี้

ปภัสรา แจ่มใส

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามในการวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	10
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	11
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และ หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต).....	12
2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	21
2.1 ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	21
2.2 ความสำคัญในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	22
2.3 การส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	24

2.4 การประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	25
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	36
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	39
3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	39
3.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	40
3.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	40
3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	42
3.5 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	48
3.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์.....	49
3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	50
4. สื่ออินโฟกราฟิก.....	52
4.1 ความหมายของอินโฟกราฟิก.....	52
4.2 ส่วนประกอบของอินโฟกราฟิก.....	53
4.3 ประเภทของอินโฟกราฟิก.....	54
4.4 ขั้นตอนการทำอินโฟกราฟิก.....	55
4.5 เกณฑ์ในการประเมินอินโฟกราฟิก.....	56
4.6 การนำอินโฟกราฟิกมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน.....	63
4.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอินโฟกราฟิก.....	63
5. กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	66
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	69
แบบแผนในการวิจัย.....	69
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	70
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	70

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	70
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	71
การเก็บรวบรวมข้อมูล	80
การวิเคราะห์ข้อมูล	81
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	82
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก.....	82
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก	83
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก	85
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	87
สรุปผลการวิจัย	88
อภิปรายผล	88
ข้อเสนอแนะ	99
รายการอ้างอิง.....	100
ภาคผนวก	110
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หนังสือขอเชิญ ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย หนังสือขอทดลองเครื่องมือวิจัย หนังสือขอความอนุเคราะห์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	111
ภาคผนวก ข การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	118
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	128
ประวัติผู้เขียน	174

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	การจัดทำโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้	15
ตารางที่ 2	เกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบสอบอัตโนมัติความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยกรมวิชาการ	26
ตารางที่ 3	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ การนำเสนอโดย สสวท.....	28
ตารางที่ 4	เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดย พรรณทิพา พรหมรัักษ์.....	28
ตารางที่ 5	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดย สุदारัตน์ ภิรมย์ราช.....	30
ตารางที่ 6	เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดย ธัญพิมล จันทร์นุ้ม.....	31
ตารางที่ 7	ผลการสังเคราะห์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักการศึกษาต่าง ๆ จำแนกตามความสามารถในด้านต่าง ๆ ระดับคะแนน/ความหมาย และสรุปเกณฑ์การให้คะแนน.....	33
ตารางที่ 8	โครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	42
ตารางที่ 9	การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	46
ตารางที่ 10	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินอินโฟกราฟิก.....	58
ตารางที่ 11	การวิเคราะห์แนวทางการประเมินอินโฟกราฟิก	60
ตารางที่ 12	การกำหนดประเด็นเพื่อออกแบบเกณฑ์การประเมินผลงานอินโฟกราฟิก.....	62
ตารางที่ 13	จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการนำเสนอข้อมูล โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก	71
ตารางที่ 14	แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด และจำนวน โดยประมาณของแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล	73

ตารางที่ 15	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	76
ตารางที่ 16	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับ สื่ออินโฟกราฟิก	83
ตารางที่ 17	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก	84
ตารางที่ 18	ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับ สื่ออินโฟกราฟิก.....	85
ตารางที่ 19	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก จำนวน 5 แผน	119
ตารางที่ 20	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอวัตผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการนำเสนอข้อมูล.....	121
ตารางที่ 21	ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแบบวัดความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์	123
ตารางที่ 22	ค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	123
ตารางที่ 23	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอวัตผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง การนำเสนอข้อมูล.....	124
ตารางที่ 24	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	126
ตารางที่ 25	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก.....	126

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	โมเดลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการสื่อสารของ Shannon	22
ภาพที่ 2	กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	68



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เล็งเห็นว่าการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดูลนั้นต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา จึงได้กำหนดให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งให้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามไปด้วย ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี่เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนจำนวน 5 ทักษะ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล การคิดสร้างสรรค์อย่างไรก็ดี การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ถือเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อีกทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และการศึกษาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (สสวท., 2555) กล่าวว่า การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดหรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นได้รับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีประสิทธิภาพ การที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย การเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย จากความสำคัญดังกล่าว จึงได้มีการกำหนดให้ความสามารถในการสื่อสารเป็นสมรรถนะหนึ่งที่สำคัญของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เนื่องจากในการเรียนคณิตศาสตร์นั้นผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้และเข้าใจมากยิ่งขึ้นเมื่อผู้เรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ได้อธิบายเหตุผลของตนเองให้กับเพื่อนหรือผู้สอนได้รับรู้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนต้องอาศัยทักษะการสื่อสารทั้งสิ้น

อย่างไรก็ดีปัญหาหนึ่งที่พบการเรียนการสอนของผู้เรียนระดับประถมศึกษาคือ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์มักสื่อสารและสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจไม่ได้ หรืออธิบายหลักการคณิตศาสตร์เป็นคำพูดไม่ได้ สิ่งเหล่านี้แสดงถึงปัญหาในการสื่อสาร ซึ่งการสื่อสารเป็นวิธีการแลกเปลี่ยนความคิดและสร้างความเข้าใจระหว่างบุคคล

ผ่านช่องทางการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การสังเกต และการแสดงท่าทาง การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการสื่อสารที่นอกจากนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การสังเกต และการแสดงท่าทางตามปกติแล้ว ยังเป็นการสื่อสารที่มีลักษณะพิเศษ โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน หรือแบบจำลอง เป็นต้น มาช่วยในการสื่อความหมายด้วย การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ (สสวท, 2560)

ผลการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระบุ ผลการประเมินการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนจากการทดสอบระดับชาติ (National Testing: NT) บ่งชี้ให้เห็นคะแนนเฉลี่ยความสามารถพื้นฐานในด้านคำนวณ และด้านเหตุผล ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านคำนวณต่ำกว่าทุก ๆ ด้าน เช่นเดียวกับการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ในระดับประเทศ ปีการศึกษา 2558-2560 มีคะแนนเฉลี่ย 43.47, 40.47 และ 37.12 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบ O-net นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก ปีการศึกษา 2558-2560 มีคะแนนเฉลี่ย 40.74 , 32.36 และ 33.64 ตามลำดับ บ่งชี้ว่าผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำเช่นกัน จากสภาพความเป็นจริง ถึงแม้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะไม่ได้วัดโดยตรงในรูปแบบการทดสอบระดับชาติ แต่การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอน ถ้าผู้เรียนมีทักษะนี้ก็จะช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

ทั้งนี้ จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สัมภาษณ์ พิระศักดิ์ ทองหน้าศาล, ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต), 18 มกราคม 2562 พบว่า ผู้เรียนมีทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ ทั้งด้านการคิดวิเคราะห์ ด้านการให้เหตุผล ด้านการคำนวณและด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งขาดแรงจูงใจในการเรียน ไม่เห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่จะนำไปใช้ในชีวิตจริง รวมถึงผู้สอนเอง ใช้การสอนในลักษณะของการบรรยาย ไม่มีกิจกรรมหรือสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย และจากการสังเกตการทำแบบฝึกหัด พบว่า ผู้เรียนบางคนไม่แสดงแนวคิดในการหาคำตอบ ไม่สามารถอธิบายวิธีในการได้มาซึ่งคำตอบนั้น ๆ ซึ่งคำถามอาจจะขาดแรงจูงใจในการหาคำตอบ โจทย์ปัญหาเป็นเรื่องที่ไกลตัวผู้เรียนจึงทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจในการหาคำตอบ

จากปัญหาข้างต้นที่ได้กล่าวมาเมื่อนำมาวิเคราะห์กับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน ปัจจุบันหลาย ๆ อย่างดังกล่าว จึงผลักดันเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับสภาพของผู้เรียน พบว่า ให้มีการเรียนแบบเชิงรุก (Active learning) ซึ่งเป็นแนวทางการปฏิรูประบบการศึกษาแบบเดิม ที่เน้นการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนสู่ผู้เรียนโดยตรง มาสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำและใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้กระทำลงไป ลักษณะสำคัญของการเรียนแบบเชิงรุก เป็นการนำวิธีการสอน เทคนิคการสอนที่หลากหลายมาใช้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรม เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและสามารถบูรณาการความรู้ได้ ผู้สอนเป็นเพียงผู้ดูแล กำกับ และอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งเป็นผู้สนับสนุนและเสริมแรงให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง ผู้เรียนจึงเกิดประสบการณ์การคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างองค์ความรู้ ตลอดจนประเมินผลเป็น ดังนั้น การเรียนแบบเชิงรุก จึงถือเป็นการจัดการเรียนการสอนประเภทหนึ่ง ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในยุคปัจจุบัน (Bonwell, 1991; ปรียาสมพีช, 2559) ด้วยเหตุนี้การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถาม ได้แสดงเหตุผล ถือเป็นการส่งเสริมทักษะในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ฝึกในด้าน การคิดหาคำตอบจากคำถามเกี่ยวกับบางสิ่ง จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิดของพวกเขา การจัดลำดับที่จะติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับแนวคิดของคนอื่น ๆ ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาความสามารถเฉพาะตัวอย่างชัดเจนและต่อเนื่องตลอดเวลา ในการทำงานเพื่อที่จะแก้ปัญหา ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ผู้เรียนควรมีโอกาสที่จะแสดงความคิด ทศนคติ และวิธีอื่น ๆ ความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำ ๆ ซึ่งแสดงออกมาโดยการพูดและการเขียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning: PBL) จัดเป็นการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่เกิดจากส่วนประกอบของทศนคติ ความรู้ และทักษะ เป็นแนวการสอนที่แสดงออกในด้านการเขียนและการพูด เน้นการจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่ได้จากการสืบค้น สำรวจ ค้นคว้า ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน วิธีการจัดการเรียนการสอน มีลักษณะดึงดูดนักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาซึ่งครูจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งปัญหานั้นจะต้องเป็นปัญหาที่มาจากตัวผู้เรียนหรือเป็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ นำไปสู่การค้นคว้า หาคำตอบหรือทำให้ปัญหานั้นชัดเจนจนมองเห็นแนวทางแก้ไข ผู้เรียนมีบทบาทเป็นเป็นนักแก้ปัญหาและพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ร่วมในการแก้ปัญหา ผสมผสานความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับ

ผู้เรียน ผู้เรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกัน อย่างเป็นระบบ และผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอเพื่อทำความเข้าใจปัญหาที่ตนได้รับ ครุจึงเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์ (Torp & Sage, 1998, อ้างถึงใน ญัฐพร ขำสุวรรณ, 2556; Watson & Glaser, 1964, อ้างถึงใน ญัฐพร ขำสุวรรณ, 2556; ทิศนา แคมมณี, 2554: 137-138; วัชรา เล่าเรียนดี, 2553: 107) ทั้งนี้ได้มี นักวิจัยได้นำวิธีการดังกล่าวมาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น งานวิจัยของ อุบลวรรณ ปัญะ (2560) ใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค ห้องเรียนกลับด้าน เรื่องบทประยุกต์ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยขั้นตอนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับห้องเรียนกลับด้านนี้ เป็นการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้สอนใช้ปัญหากระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหา ความรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองในขณะที่ วิชชุดา วิศววิลาวัณย์ (2558) ใช้การจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง “ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

นอกจากการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในปัจจุบัน การเลือกใช้สื่อการสอน ที่มีความเหมาะสม สามารถช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความ เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ในวิชาคณิตศาสตร์มีเนื้อหามากผู้เรียนอาจรู้สึกเบื่อหน่ายในการอ่านเนื้อหา จำนวนมาก ๆ ซึ่งการนำสื่ออินโฟกราฟิก จึงเข้ามามีบทบาททำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้รวดเร็วขึ้น อินโฟกราฟิกเป็นศาสตร์และศิลป์แห่งการสื่อสาร เป็นการนำข้อมูลที่ซับซ้อนมาจัดกระทำทำให้เข้าใจได้ ง่ายยิ่งขึ้นโดยใช้ภาพกราฟิกที่สวยงามเป็นตัวช่วย ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการตีความทั้งในการอ่านภาพ และการใช้ภาพ เนื่องจากอินโฟกราฟิกนั้นประกอบด้วย ส่วนที่เป็นภาพและส่วนที่เป็นข้อความ เป็นการมาบรรจบกันระหว่างภาษาเขียนและภาษาภาพ การนำเอาภาพและเนื้อหาข้อมูลมารวมกัน เพื่อสื่อสาร หรือสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายซึ่งภาพกับข้อมูลนั้นจะต้องมีความกระชับ เข้าใจได้ง่าย อินโฟกราฟิกจึงมีศักยภาพมากที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เกิด ความเข้าใจไม่ต้องใช้เวลามาก และช่วยจดจำสิ่งที่นำเสนอได้ง่ายกว่าการสื่อสารด้วยข้อความเพียง อย่างเดียว อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้สร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยประสิทธิภาพ การสื่อสารที่มีอยู่ในอินโฟกราฟิก ซึ่งความสำเร็จในการเรียนรู้นั้นย่อมสัมพันธ์กับความชัดเจนและ ความเข้าใจที่ได้รับจากการสื่อสารผ่านผู้สอน อินโฟกราฟิกจึงเป็นหัวใจสำคัญที่จะช่วยให้การสื่อสาร มีประสิทธิภาพและสามารถจุดประกายให้ผู้อ่านอินโฟกราฟิกเข้าใจเนื้อหาข้อมูลได้อย่างลึกซึ้งดังเช่นที่ วิจิต สุรัตน์เรืองชัย (2550) กล่าวว่า อินโฟกราฟิกเป็นศาสตร์และศิลป์แห่งการสื่อสาร เป็นการนำข้อมูล

ที่มีความซับซ้อนมาจัดกระทำทำให้เข้าใจง่ายขึ้นโดยใช้ภาพกราฟิกที่สวยงามเป็นตัวช่วย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ศุภผล ตาเทพ (2556) พบว่าการนำเสนอผลงานด้านศิลปะของเด็กช่วยกระตุ้นกระบวนการคิด การถ่ายทอดความคิดออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ดังนั้นผู้เรียนจึงเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการเรียนด้วยอินโฟกราฟิก เมื่อผู้เรียนเกิดความคิดที่หลากหลายขึ้นจากการเรียน การรับฟัง แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น ก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้และถ่ายโอนความคิด มีความคิดริเริ่มจากการซักถาม พุดคุย และสร้างสรรค์

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาความสามารถในการสื่อสารของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก สามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ผู้เรียนได้เจอกับสถานการณ์ปัญหา ลักษณะของปัญหาที่นำมาเรียนจะเป็นปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน โดยผู้สอนนำเสนอสถานการณ์หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และร่วมกันคิดแก้ปัญหาในลักษณะกระบวนการกลุ่ม ใช้สื่ออินโฟกราฟิกที่ผู้สอนได้จัดทำขึ้นควบคู่ไปกับการสร้างสื่ออินโฟกราฟิกเป็นของตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ มีความตั้งใจที่จะศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการ ผู้สอนทำหน้าที่สนับสนุนการเรียน ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกด้านสื่อ อุปกรณ์ และสิ่งที่เป็นต่าง ๆ ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ในการศึกษาค้นคว้า และสะท้อนความรู้ ความเข้าใจผ่านการทำสื่ออินโฟกราฟิก อีกทั้งยังไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ผู้เรียนในระดับประถมศึกษา การเรียนรู้จากสื่อที่เป็นรูปธรรม หรือสวยงามดึงดูด จะทำให้เข้าใจง่ายขึ้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าแนวทางนี้จะช่วยในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยมีความประสงค์ในการศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำเสนอข้อมูลด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รวมถึงส่วนประกอบและองค์ประกอบของอินโฟกราฟิก ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ได้เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและนำเสนอปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 3 กำหนดกรอบการศึกษา ขั้นที่ 4 มอบหมายความรับผิดชอบ และขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอและประเมินผลงาน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหา ฝึกการวิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหาาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหาจำเป็นต้องมีสื่อการเรียนการสอน ในการนำเสนอปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง จึงจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องมีสื่อที่ครบถ้วนสมบูรณ์สำหรับใช้ในการค้นคว้า โดยการนำสื่อ อินโฟกราฟิก มาช่วยในการแก้ปัญหา ใช้ทักษะการอ่านภาพและข้อมูลจากภาพ ทำให้เข้าใจเนื้อหาข้อมูลได้ง่ายยิ่งขึ้น ช่วยสร้างความน่าสนใจ ความเข้าใจและการจดจำได้ดีกว่าและนานกว่าการใช้ข้อความสื่อสารเพียงอย่างเดียว เนื่องด้วยเป็นการสื่อสารผ่านการมองเห็นที่ช่วยถ่ายทอดความคิดและข้อมูล

ในรูปแบบที่อ่านหรือดูได้ ซึ่งข้อความที่มองเห็นได้เป็นการสื่อสารที่มีพลังในอีกรูปแบบหนึ่ง ผู้วิจัยคิดเห็นว่า การจัดการเรียนรู้ร่วมกับสื่อการเรียนรู้อิงตัวผู้เรียนจะส่งผลทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คำถามในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคำถามในการวิจัยดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก อยู่ในระดับใด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จะส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ และส่งเสริมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงกำหนดสมมติฐานการวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกสูงกว่าก่อนเรียน
2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกสูงกว่าก่อนเรียน
3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 76 คน
 - 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 มีนักเรียนจำนวน 38 คน โรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เนื่องจากโรงเรียนจัดห้องเรียนโดยอิสระความสามารถ
2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย คือ
 - 2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก
 - 2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 1.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการนำเสนอข้อมูล
 - 1.2.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 1.2.3 ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก
3. เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัย คือ
 - เนื้อหาที่นำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่องการนำเสนอข้อมูล ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการจำแนกข้อมูล

3.2 การนำเสนอข้อมูล

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยคือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 5 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมระยะเวลา 10 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัยครั้งนี้ไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้จากการสืบค้น สำรวจ ค้นคว้า จากปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน มีลักษณะดึงดูดผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม นำไปสู่การค้นคว้า หาคำตอบได้

2. สื่ออินโฟกราฟิก หมายถึง ภาพและเนื้อหาข้อมูลมารวมกันเพื่อสื่อสาร หรือสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายซึ่งภาพกับข้อมูลนั้นจะต้องมีความกระชับเข้าใจได้ง่าย

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก หมายถึง ขั้นตอนในการดำเนินการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ ซึ่งได้มาจากการสังเคราะห์ขั้นตอนการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและนำเสนอปัญหา ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสื่ออินโฟกราฟิก เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสื่ออินโฟกราฟิกแล้วนั้น ผู้เรียนจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจปัญหาสถานการณ์ ผู้เรียนสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ได้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 กำหนดกรอบการศึกษา ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนมอบใบกิจกรรมให้ผู้เรียนโดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มจะได้สื่ออินโฟกราฟิกที่ระบุปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ผู้เรียนอภิปรายภายในกลุ่ม ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสร้างประเด็นการเรียนในระหว่างการอภิปรายภายในกลุ่ม ประเด็นการเรียนเป็นการระบุ ว่า สิ่งใดที่พวกเขาู้และสิ่งใดที่ยังไม่รู้ คำถามอะไรที่ควรไปหาความรู้มาเพิ่มเติม เพื่อหาคำตอบลงในใบกิจกรรม ภายในกลุ่มจะช่วยกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่าเพียงพอที่ใช้แก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มายังไม่เพียงพอกลุ่มต้องร่วมกันเพิ่มเติมความรู้และกำหนดแผนการเรียนรู้ใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 4 มอบหมายความรับผิดชอบ ให้ผู้เรียนจัดลำดับความสำคัญของประเด็น การเรียนและให้ผู้เรียนมอบหมายงานให้ศึกษาเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มจะต้องตอบคำถามในใบกิจกรรม จากสื่ออินโฟกราฟิกที่แต่ละกลุ่มได้รับในขั้นที่ 3 โดยผู้เรียนจะค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ หนังสือ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงานผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลได้จากการศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด รวมทั้งกำหนด ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและส่งให้ผู้สอน นำเสนอในชั้นเรียน ผู้สอนและผู้เรียนทุกคนร่วมกันประเมินผลงาน

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียน ในการใช้คำพูดหรือการเขียน รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาและแปลความออกมาในอีกรูปแบบหนึ่ง ผู้เรียนนำหลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อตีความ แปลความ วิเคราะห์ความหมายของแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องเป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจนและเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ 1) ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 2) ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 3) ด้านการนำเสนอ โดยตัดสินจากคะแนนที่ผู้เรียนได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน แบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ของ นักเรียนที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ซึ่งวัดได้จากการ ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการนำเสนอข้อมูล เป็นแบบทดสอบ แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของผู้เรียน ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก เรื่องการนำเสนอข้อมูล ซึ่งวัดได้โดยให้นักเรียนตอบ แบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 14 ข้อ แบ่งเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ 1) ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ จำนวน 4 ข้อ หลังจากเรียนครบ 5 แผน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ซึ่งช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นประโยชน์ต่อผู้สอนในการปรับใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป
2. ผู้เรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ช่วยให้สามารถสื่อสารและถ่ายทอดข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ไว้ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต)
2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 ความสำคัญในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 การส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 2.4 การประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning)
 - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.2 ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.5 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์
 - 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. สื่ออินโฟกราฟิก
 - 4.1 ความหมายของอินโฟกราฟิก
 - 4.2 ส่วนประกอบของอินโฟกราฟิก
 - 4.3 ประเภทของอินโฟกราฟิก
 - 4.4 ขั้นตอนการจัดทำอินโฟกราฟิก
 - 4.5 เกณฑ์ในการประเมินอินโฟกราฟิก
 - 4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอินโฟกราฟิก

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และ หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนคือทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์ รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง อัตราส่วน และร้อยละ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณ ผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2. อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมและวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบภูมิแพ่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแพ่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตารางสองทาง และกราฟเส้นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

1.1 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต)

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นแผนแนวทางหรือข้อกำหนดการจัดการศึกษาของโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) สำหรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพที่สุจริต ตลอดจนการอนุรักษ์วัฒนธรรม ประเพณีท้องถิ่น มุ่งหวังให้ทุกคนมีความสมบูรณ์ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา อีกทั้งมีความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต และมีคุณภาพได้มาตรฐานสากลเพื่อการแข่งขันในยุคปัจจุบัน

คำอธิบายรายวิชาและโครงสร้างรายวิชา

ค 14101 คณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เวลา 160 ชั่วโมง

ศึกษาจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบทเรขาคณิตและนำไปใช้ เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อฝึกทักษะการอ่านและเขียนตัวเลขฮินดูอารบิก ตัวเลขไทยและตัวหนังสือแสดงจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 เปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 จากสถานการณ์ต่าง ๆ บอก อ่านและเขียนเศษส่วนจำนวนคละแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วนจำนวนคละที่กำหนด เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง อ่านและเขียนทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่งแสดงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามทศนิยมที่กำหนด เปรียบเทียบและเรียงลำดับทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง จากสถานการณ์ต่าง ๆ ประเมินผลลัพธ์ของการ บวก การลบ การคูณ การหาร จากสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์

แสดงการบวกและประโยคสัญลักษณ์แสดงการลบของจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 หาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์แสดงการคูณของจำนวนหลัก 2 จำนวนที่มีผลคูณไม่เกิน 6 หลัก และประโยคสัญลักษณ์แสดงการหารที่ตัวตั้งไม่เกิน 6 หลัก ตัวหารไม่เกิน 2 หลัก หาผลลัพธ์การบวก ลบ คูณ หาร ระคนของจำนวนนับ และ 0 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอนของจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สร้างโจทย์ปัญหา 2 ขั้นตอนของจำนวนนับและ 0 พร้อมทั้งหาคำตอบ หาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกและโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง หาผลบวก ผลลบของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ 2 ขั้นตอน ของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเวลา วัดและสร้างมุม โดยใช้โปรแกรมเตอร์ แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำแนกชนิดของมุม บอกชื่อมุม ส่วนประกอบของมุมและเขียนสัญลักษณ์แสดงมุม สร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเมื่อกำหนดความยาวของด้าน ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง การอ่านตารางสองทาง (two way table) ในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ ใฝ่เรียนรู้ แสวงหาความรู้ และมุ่งมั่นในการทำงานเกิดความสามารถในการคิด การแก้ปัญหาและการใช้ทักษะชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป4/1 , ป4/2 , ป4/3 , ป4/4 , ป4/5 , ป4/6 , ป4/7 , ป4/8 , ป4/9 , ป4/10 , ป4/11 , ป4/12 , ป4/13 , ป4/14 , ป4/15 , ป4/16

ค 2.1 ป4/1 , ป4/2 , ป4/3

ค 2.2 ป4/1 , ป4/2

ค 3.1 ป4/1

รวมทั้งหมด 22 ตัวชี้วัด

โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้

ค 14101 วิชา คณิตศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 เวลา 160 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 การจัดทำโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา/ ชั่วโมง
1	จำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0	ค 1.1 ป. 4/1 ป. 4/2	จำนวนนับที่มากกว่า 100,000 สามารถเขียนและอ่านเป็นตัวเลข ฮินดูอารบิก ตัวเลขไทย และ ตัวหนังสือ เขียนแสดงจำนวนในรูป กระจาย ซึ่งเป็นการเขียนตามค่า ของ เลขโดดในแต่ละหลัก เปรียบเทียบ จำนวนที่เท่ากัน หรือไม่เท่ากัน มากกว่าหรือน้อย กว่า และเรียงลำดับ จำนวนจาก มากไปน้อย และจากน้อย ไปมาก ตลอดจนหาค่าประมาณเป็น จำนวนเต็มสิบ เต็มร้อย เต็มพัน เต็มหมื่น เต็มแสน และเต็มล้าน	10
2	การบวกและการลบ จำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0	ค 1.1 ป. 4/7 ป. 4/8 ป. 4/11 ป. 4/12	การบวกและการลบจำนวน มี วิธีการที่หลากหลายและใช้ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ใน การ หาคำตอบ การหาตัวไม่ทราบ ค่า ในประโยคสัญลักษณ์ต้องใช้ ความสัมพันธ์ของการบวกและ การ ลบหรือใช้ความสัมพันธ์แบบ ส่วนย่อย-ส่วนรวม และการ ประมาณ ผลลัพธ์ของการบวกและ การลบ	17

ตารางที่ 1 การจัดทำโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา/ ชั่วโมง
			ช่วยตรวจสอบความถูกต้องของ คำตอบ ส่วนการแก้โจทย์ปัญหา การบวกและ การลบ ต้องวิเคราะห์ โจทย์ และ แสดงวิธีทำเพื่อหา คำตอบ รวมทั้ง ตรวจสอบความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	
3	การคูณ	ค 1.1 ป. 4/7 ป. 4/8 ป. 4/11 ป. 4/12	การคูณจำนวนมีวิธีการที่ หลากหลาย และใช้ทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ใน การหาคำตอบ การหา ตัวไม่ทราบ ค่าในประโยคสัญลักษณ์ ต้องใช้ ความสัมพันธ์ของการคูณและ การ หาร และการประมาณผลลัพธ์ของ การคูณช่วยตรวจสอบความถูกต้อง ของคำตอบ ส่วนการแก้โจทย์ ปัญหาการคูณ ต้องวิเคราะห์โจทย์ และแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ รวมทั้งต้องตรวจสอบความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	20
4	การหาร	ค 1.1 ป. 4/7 ป. 4/9 ป. 4/11 ป. 4/12	การหารจำนวนมีวิธีการที่ หลากหลาย และใช้ทักษะ กระบวนการทางคณิต- ศาสตร์ใน การหาคำตอบ การหาตัว ไม่ทราบ ค่าในประโยคสัญลักษณ์ ต้องใช้ ความสัมพันธ์ของการคูณ การหาร และการประมาณผลลัพธ์ของ การคูณช่วยตรวจสอบความถูกต้อง	14

ตารางที่ 1 การจัดทำโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา/ ชั่วโมง
			ของคำตอบ และการแก้โจทย์ ปัญหาการหาร ต้องวิเคราะห์โจทย์ และแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ รวมทั้งต้องตรวจสอบความสมเหตุ สมผลของคำตอบ	
5	แบบรูปของจำนวน	-	แบบรูปของจำนวนที่มี ความสัมพันธ์ แบบเพิ่มขึ้นและ ลดลงที่เกิดจากการ คูณหรือการ หารด้วยจำนวนเดียวกัน เป็นชุด ของจำนวนที่มีความสัมพันธ์ กัน สามารถบอกจำนวนต่อไปหรือ จำนวนที่หายไปได้	6
6	รูปเรขาคณิต	ค 2.1 ป. 4/2 ค 2.2 ป. 4/1	ระนาบเป็นพื้นที่ผิวแบนและเรียบ ที่แผ่ขยายออกไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด จุดใช้แสดงตำแหน่ง เส้นตรง ส่วน ของเส้นตรง มีลักษณะตรง เส้นตรง และรังสีมีความยาวไม่สิ้นสุด รังสี สองเส้นที่มีจุดปลายเป็นจุด เดียวกันทำให้เกิดมุมชนิดต่าง ๆ สามารถใช้โพรมิเตอร์วัดหา ขนาดของมุม และสร้างมุมตามที่ ต้องการได้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูป สี่เหลี่ยม ผืนผ้าเป็นรูปสี่เหลี่ยม มุมฉาก	10

ตารางที่ 1 การจัดทำโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา/ ชั่วโมง
7	รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ค 2.1 ป. 4/3 ค 2.2 ป. 4/2	การสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากอาจใช้ไม้ฉากหรือโพรแทรกเตอร์สร้าง การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก หาได้จากสูตรความกว้างคูณ ความยาว ส่วนความยาวรอบรูป ให้นำ ความยาวของด้านทั้งสี่ด้านมา บวก กัน การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ พื้นที่และความยาวรอบรูปของรูป สี่เหลี่ยมมุมฉาก สามารถทำได้ หลายวิธี แต่ควรเลือกวิธีแก้ปัญหา ที่เหมาะสม	13
8	เศษส่วน	ค 1.1 ป. 4/3 ป. 4/4	เศษส่วนแท้ เศษเกิน และจำนวน คละ สามารถเขียนและอ่านโดยใช้ ภาษา และสัญลักษณ์ ทาง คณิตศาสตร์ เศษเกิน สามารถเขียน ในรูปของ จำนวนคละ และจำนวน คละสามารถเขียนในรูปเศษเกินได้ การหา เศษส่วนที่เท่ากัน เศษส่วน อย่างต่ำ และเศษส่วนที่เท่ากับ จำนวนนับ สามารถทำได้โดยใช้การ คูณหรือการ หารจำนวน และ เศษส่วนสามารถ เปรียบเทียบและ เรียงลำดับจากมาก ไปน้อย และ จากน้อยไปมาก	10
9	การบวกและการลบ เศษส่วน	ค 1.1 ป. 4/13 ป. 4/14	การบวก การลบเศษส่วนและ จำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็น พหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง	9

ตารางที่ 1 การจัดทำโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา/ ชั่วโมง
			มีวิธีการที่หลากหลายและใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ส่วนการแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ เศษส่วน และจำนวนคละ ต้องวิเคราะห์โจทย์ และแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ รวมทั้งตรวจสอบความสมเหตุสมผล ของคำตอบ	
10	ทศนิยม	ค 1.1 ป. 4/5 ป. 4/6	การเขียน การอ่าน การเปรียบเทียบ และการเรียงลำดับทศนิยมไม่เกิน สามตำแหน่ง พิจารณาจากค่าของ เลขโดดหน้าจุดทศนิยมและหลังจุดทศนิยม การเขียนแสดงทศนิยมในรูป กระจายให้เขียนตามค่าของเลขโดดในแต่ละหลักและทศนิยมสามารถเปรียบเทียบ และเรียงลำดับจากมากไปน้อยและจากน้อยไปมาก	10
11	การบวกและการลบ ทศนิยมไม่เกินสาม ตำแหน่ง	ค 1.1 ป. 4/15 ป. 4/16	การบวกและการลบทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง มีวิธีการที่หลากหลายและใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ส่วนการแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบทศนิยมไม่เกินสาม ตำแหน่ง ต้องวิเคราะห์	9

ตารางที่ 1 การจัดทำโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา/ ชั่วโมง
			โจทย์ และ แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ รวมทั้ง ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของ คำตอบ	
12	การนำเสนอข้อมูล	ค 3.1 ป.4/1	แผน ภูมิ แท่ง แผน ภูมิ แท่งเปรียบเทียบ และตารางสองทาง เป็นวิธีการนำเสนอข้อมูลอย่างหนึ่ง เพื่อความ สะดวกในการอ่านข้อมูล ส่วนการ อ่านข้อมูลจากแผนภูมิ แท่ง แผนภูมิ แท่งเปรียบเทียบ และตารางสองทาง เป็นการอ่าน ข้อมูล สามารถนำไปปรับใช้ใน ชีวิตประจำวัน	10
13	เวลา	ค 2.1 ป. 4/1	การบอกระยะเวลา ต้องใช้ ความสัมพันธ์ของหน่วยเวลาและการ ดำเนินการของจำนวน ตารางเวลา จะช่วยให้อ่านข้อมูลได้ สะดวกและ ชัดเจนขึ้น และนำไป แก้ปัญหา เกี่ยวกับเวลา	11
14	การบวก ลบ คูณ หาร ระคน	ค 1.1 ป. 4/10 ป. 4/11 ป. 4/12	การบวก ลบ คูณ หารระคน เป็น การ ดำเนินการที่มากกว่าหนึ่ง ขั้นตอน และ การแก้ปัญหการ บวก ลบ คูณ หาร ระคน สามารถทำได้หลายวิธี ควร เลือก วิธีแก้ปัญหที่เหมาะสม และ ดำเนินการตาม ขั้นตอนของการ แก้ปัญหา รวมถึงการตรวจสอบ ความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	11

จากการศึกษาโครงสร้างรายวิชา ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง การนำเสนอข้อมูล เป็นเนื้อหาที่นำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การจัดการเรียนการสอนได้พยายามเน้นให้ครูผู้สอนจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างครบถ้วน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เน้นทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทั้งในเรื่องของการอ่านและการพูด การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ฝึกให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ จำแนกข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) อาจจะใช้คำเรียกที่แตกต่างกัน แต่มีความหมายเหมือนกัน ในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้คำว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

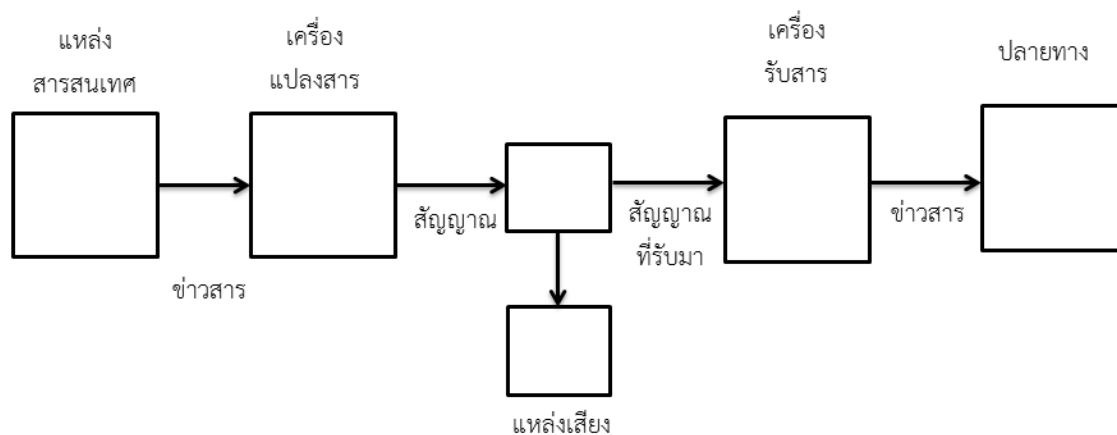
2.1 ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษานักการศึกษาหลายท่านสามารถสรุปความหมายของความสามารถ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นการตั้งสถานการณ์ในกิจกรรมการเขียนหรือการพูด การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปภาพ แบบจำลอง และการใช้สื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้อื่นได้รับทราบและเข้าใจความหมาย ได้ตรงกัน โดยอาจจะใช้คำพูดหรือการเขียน รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาและแปลความออกมา ในอีกรูปแบบหนึ่งเพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้น การที่นักเรียนสามารถกำหนดหรืออภิปรายแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยหลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใช้ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อตีความ แปลความ วิเคราะห์ความหมายของแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง เป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจนและเหมาะสม (Prestege, 2002: 26; Thurber, 1976: 513; สสวท, 2555: 79; สุนทร สมบัติธีระ, 2555: 83; ททัยรัตน์ ยศแผ่น, 2556: 44)

การสื่อสารเป็นการสื่อความหมายระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสารให้มีความเข้าใจ ตรงกัน ด้วยเหตุนี้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Communication) จึงเป็นการสื่อสาร และสื่อความหมายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร ซึ่งมีความสำคัญและ มีการกล่าวถึงมานานแล้ว ดังจะเห็นได้จากผลงานที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับการสื่อสารของนักวิชาการบางท่าน เช่น โมเดลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการสื่อสารของ Shannon (Shannon's mathematical model of communication) ซึ่งเผยแพร่ในปี ค.ศ. 1949 และโมเดล ดังกล่าวได้ถูกกล่าวถึงและนำมาใช้ในการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ตลอดมา ลักษณะ

การสื่อสารตามโมเดลทางคณิตศาสตร์ของ Shannon (อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2553) มีรายละเอียด ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โมเดลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการสื่อสารของ Shannon
ที่มา: Shannon and Weaver (1969, อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2553)

2.2 ความสำคัญในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ ตัวอย่างของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์คือ การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การอธิบาย ลำดับขั้นตอนการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สื่อสารกับผู้รับสาร

Bickneel (1999, อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2547) กล่าวว่า กระบวนการสื่อสาร ผู้สื่อสารจะต้องจัดระบบความคิดและสื่อภาษาพูดหรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจตรงกัน ในขณะเดียวกัน ผู้รับสารก็ต้องทำความเข้าใจและคิดตามในสิ่งที่ผู้สื่อสารพูดหรือเขียน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญในการทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

1. ก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้เรียน ทำให้เข้าใจงานที่ทำตรงกัน
2. ส่งเสริมบริบทของการเรียนรู้ที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นบริบทของการพูดจากัน
3. เพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับทั้งผู้สื่อสารและผู้รับสาร
4. ช่วยให้ผู้สอนมองเห็นความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้วางแผนการจัดการเรียนรู้

ได้อย่างเหมาะสม

เป้าหมายที่สำคัญของการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ความรู้ ทักษะ และความสามารถ เหล่านั้นในการสื่อสารแนวคิดในกิจกรรมการเรียนการสอนที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงเป็นภาษาที่ใช้แทนแนวคิด และแสดงแนวคิดหลากหลาย ได้ชัดเจน เทียบตรงและรัดกุม สามารถสรุปความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้ (Baroody, 1993: 2-99, อ้างถึงใน จิตติมา ซอบเอียด, 2551; Reys et al., 2001: 83, อ้างถึงใน จิตติมา ซอบเอียด, 2551)

1. การพูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ เรียนรู้วิธีการคิด และ มีความชัดเจนในสิ่งที่คิดอันเนื่องมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน
2. การเขียนเป็นการสื่อสารที่คุณค่าอีกอย่างหนึ่งแต่ยังไม่ค่อยได้รับการฝึกฝนมากนัก ในการเรียนคณิตศาสตร์ การเขียนช่วยให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องราวหรือปัญหา และช่วยในการพัฒนาการรับรู้คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น
3. การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวคิดโดยเฉพาะการสื่อสารสองทางช่วยให้ผู้เรียน สามารถอธิบาย รวบรวม และขยายแนวคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น
4. การอ่าน นับว่าเป็นการสื่อสารที่จำเป็นเพราะแหล่งความรู้ที่ผู้เรียนจะต้องประสบ ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของหนังสือ เอกสาร หรือสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ผู้เรียนจึงควรได้ฝึกการอ่านและทำความเข้าใจ รายละเอียดในบทเรียนด้วยตนเองจากหนังสือหรือเอกสาร เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการศึกษาค้นคว้า หาข้อสรุปด้วยตนเองมากกว่าจะเป็นเพียงผู้คอยรับความรู้จากครูเท่านั้น
5. การนำเสนอแนวคิด (representing) เป็นการสื่อสารที่สำคัญที่สุด การแปลงแนวคิด ไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งที่คุ้นเคยหรือเข้าใจง่าย เช่น เขียนแทนด้วยแผนภาพ แผนภูมิหรือกราฟ และในทางกลับกันให้มีการแปลแผนภาพ แผนภูมิหรือรูปภาพทางกายภาพไปสู่สัญลักษณ์ และประโยคภาษา
6. ผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่าง หลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การแสดงท่าทาง การเขียนภาพ การเขียนแผนภูมิ และการใช้ สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้คำทั้งการพูดและการเขียน

ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้สื่อสารได้จัดระบบทางความคิด และสื่อภาษาพูดหรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจตรงกัน ทั้งด้านการพูดและการเขียนเป็นการสื่อสารที่ คุณค่าอย่างหนึ่งในการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและอธิบายแนวคิด ช่วยให้ผู้เรียน ขยายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ แลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น เพิ่มความเข้าใจทางด้านคณิตศาสตร์ ร่วมกัน

2.3 การส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ สื่อสารแนวความคิดของตนร่วมกับคนอื่น ๆ ในการทำงานและในบางครั้งอาจจะต้องสื่อสารผ่านเทคโนโลยีต่าง ๆ ลักษณะสำคัญของคณิตศาสตร์ประการหนึ่งคือ คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีความหมาย เป็นภาษาเฉพาะ รัดกุม สามารถสื่อสารและนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างความคิดนามธรรมกับรูปธรรม โดยการใช้รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ตัวอักษร สามารถเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน การสาธิต และการแสดงให้เห็นภาพ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิดเพื่อให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน และสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถเกี่ยวกับการสื่อสารในคณิตศาสตร์ที่ดีและมีประสิทธิภาพ ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอมีแนวทางในการดำเนินการ ดังนี้ (Kennedy & Tipps, 1994: 81, อ้างถึงใน ปภัศชญา เสมอ, 2559; The National Council of Teacher of Mathematics [NCTM], 1989: 214, อ้างถึงใน อลิสรดา ชมชื่น, 2550; กรมวิชาการ, 2544: 197 - 199)

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยแนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอข้อมูล
3. การฝึกทักษะ/กระบวนการนี้ต้องทำต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกชั้นตอนของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหอย่างไร เขียนรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อความหมาย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สามารถสรุปได้ดังนี้ (NCTM, 2000; สสวท, 2543: 286-287)

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถาม ได้แสดงเหตุผล ถือเป็นการส่งเสริมทักษะในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ฝึกในด้านการคิดหาคำตอบจากคำถามเกี่ยวกับบางสิ่ง เช่น ปริศนาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิดของพวกเขา การจัดลำดับที่จะติดต่อสื่อสารระหว่างนักเรียนกับแนวความคิดของคนอื่น ๆ นักเรียนควรได้รับการพัฒนาความสามารถเฉพาะตัวอย่างชัดเจนและต่อเนื่องตลอดเวลา ในการทำงานเพื่อที่จะแก้ปัญหาพร้อมกับเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนควรมีโอกาสที่จะแสดงความคิด ทศนคติ และวิธีอื่น ๆ ความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึก ซ้ำ ๆ ดังนี้

1. การเล่าหรือพูดทางคณิตศาสตร์เป็นการเล่าแนวคิดสำคัญทางคณิตศาสตร์ที่มีเหตุผล ไม่ว่าจะเป็นการเล่าหรือเขียนสรุปเรื่องราวทางคณิตศาสตร์ที่ได้อ่านจาก วารสาร หนังสือพิมพ์ หนังสือต่าง ๆ โดยที่ครูมอบหมายให้ไปศึกษาค้นคว้า แล้วนำมาบอกเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้

2. การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษาหรือการศึกษาภาคสนาม เมื่อนักเรียนกลับมาจากการทัศนศึกษาหรือศึกษาภาคสนามแล้วให้เขียนรายงานสรุป ความรู้ที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาในแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปสำรวจข้อมูลจำนวนนักเรียน โรงเรียนใกล้เคียง นักเรียนควรเขียนอธิบาย บรรยายเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในบริเวณโรงเรียน หรืออาจแสดงข้อมูลของนักเรียนออกมาในรูปแบบแผนภูมิรูปร่างกลม แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิเส้น เป็นต้น

3. การเล่นหรือบันทึกสิ่งที่สังเกตในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น ครูอาจให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตได้จากข้อแตกต่างของการนำเสนอข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ

4. การจัดแสดงผลงานหรือการนำเสนอผลงานทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือสังเกตสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอควรมีการนำเสนอด้วยวาจาและมีผลงาน เป็นการฝึกทักษะการนำเสนอผลงานทางคณิตศาสตร์ได้ด้วย โดยให้นักเรียนเขียนสรุปผลการศึกษาแล้วนำมาเล่าให้เพื่อนฟังก่อนที่จะเรียนครั้งต่อไป ถือว่าเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วย

5. การพูดหรือการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ช่วยฝึกการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้วิธีหนึ่ง โดยให้นักเรียนระบุเรื่องที่จะพูดหรืออภิปรายเป็นกลุ่ม มีการปรึกษาหารือในประเด็นที่จะพูด แบ่งกันไปศึกษาค้นคว้า แบ่งกันไปอ่าน เพื่อหาข้อมูลประกอบในการพูดหรืออภิปราย

6. การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ ซึ่งพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งในด้านรู้จักข้อมูลและรู้จักเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม รู้จักประมวลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ รู้จักการใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งในด้านการค้นคว้าหาข้อมูลและในด้านการหาความรู้

จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นประกอบด้วยทักษะการพูดและการเขียน สนับสนุนให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ภาษาในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอข้อมูล ผ่านการพูดและการเขียน

2.4 การประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สามารถประเมินได้โดยใช้แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิด หลักการ และความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าโดยส่วนใหญ่เป็นการทดสอบด้วยแบบสอบอัตนัยและมีการกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3-4 ระดับ ดังนี้

Kennedy and Tipps (1994: 112, อ้างถึงใน ปภัสชญา เสมา, 2559) แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ด้านภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
 - 1.1 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
 - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - 1.4 ไม่ใช้หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
2. ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representations)
 - 2.1 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน
 - 2.2 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
 - 2.3 มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.4 ไม่ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
3. ด้านความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)
 - 3.1 การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบถ้วน)
 - 3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
 - 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
 - 3.4 การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)

กรมวิชาการ (2546: 121-124) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบสอบอัตนัยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบสอบอัตนัยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
โดยกรมวิชาการ

คะแนน/ ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4 / ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้องครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนเป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบสอบอัตโนมัติความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
โดยกรมวิชาการ (ต่อ)

คะแนน/ ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตโนมัติ	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3 / ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้องครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
2 / พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ แต่คำตอบ ถูกต้อง ครบถ้วน หรือการแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่ คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการ ตรวจสอบ	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายาม นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือ ตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน
1 / ต้อง ปรับปรุง	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนแต่ อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบ ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง แต่ อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่าง ง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางและ การนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
0 / ไม่พยายาม	ไม่ทำหรือทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่นำเสนอ

สสวท. (2546: 18-19) ได้กล่าวถึงการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม

2. ใช้ข้อความ ศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล

3. บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล

4. สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้

5. เสนอความคิดที่เหมาะสมกับปัญหา

สสวท. (2555: 178) ได้เสนอแนวทางในการประเมินความสามารถในการสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ดังนี้

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ การนำเสนอโดย สสวท.

ระดับคะแนน (ความหมาย)	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3 (ดี)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
2 (พอใช้)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้ กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน ได้ชัดเจนบางส่วน แต่รายละเอียดยังไม่สมบูรณ์
1 (ต้องปรับปรุง)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตาราง และนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน

พรพนทิพา พรหมรัักษ์ (2552: 113-114) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นความสามารถของนักเรียนได้นำเสนอแนวคิด อธิบายแนวความคิดโดยอาศัย หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ และอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ แผนภูมิ รูปภาพ แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม ดังนี้

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดย พรพนทิพา พรหมรัักษ์

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์	
คะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4 / ดีมาก	ใช้ภาษา สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้ถูกต้อง ทั้งหมด และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้อง
3 / ดี	ใช้ภาษา สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้ถูกต้อง เกือบทั้งหมด และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้
2 / พอใช้	ใช้ภาษา สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้ถูกต้อง บางส่วน และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ แต่ไม่ชัดเจน
1 / ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษา สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้ถูกต้อง เพียงเล็กน้อย และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ แต่ไม่ชัดเจน

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดย พรหมทิพา พรหมรักษ์ (ต่อ)

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์	
คะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
0 / ไม่พยายาม	ใช้ภาษา สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความไม่ถูกต้อง ไม่มีการอธิบายเพื่อสื่อความหมาย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	
คะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4 / ดีมาก	เขียนอธิบายวิธีคิด โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบการคิดได้ถูกต้องทั้งหมด มีการอธิบายสรุปคำตอบที่ได้โดยใช้ข้อมูลจากการแก้ปัญหาประกอบได้ถูกต้องทั้งหมด
3 / ดี	เขียนอธิบายวิธีคิด โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบการคิดได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด มีการอธิบายสรุปคำตอบที่ได้โดยใช้ข้อมูลจากการคำนวณประกอบได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด
2 / พอใช้	เขียนอธิบายวิธีคิด โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบการคิดได้ถูกต้องบางส่วน มีการอธิบายสรุปคำตอบที่ได้โดยใช้ข้อมูลจากการคำนวณประกอบได้ถูกต้องเกือบบางส่วน
1 / ต้องปรับปรุง	เขียนอธิบายวิธีคิด แต่ไม่ได้อาศัยความรู้และหลักการประกอบการคิด
0 / ไม่พยายาม	ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีคิด
3. ความชัดเจนในการนำเสนอ	
คะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4 / ดีมาก	นำเสนออย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบ สมบูรณ์ ชัดเจน มีการใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบได้ถูกต้อง และมีรายละเอียดสมบูรณ์
3 / ดี	นำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์ มีการใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบได้ถูกต้อง และมีรายละเอียดที่สมบูรณ์
2 / พอใช้	นำเสนอมีความชัดเจนบางส่วน มีการใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน
1 / ต้องปรับปรุง	นำเสนอไม่ชัดเจนและมีระบบ ไม่มีการใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางเลย
0 / ไม่พยายาม	ไม่มีการนำเสนอ

อัมพร ม้าคนอง (2553: 179) ได้เสนอความสามารถในการสื่อสารรวมถึงความสามารถในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอสิ่งที่ตนเข้าใจให้ผู้อื่นรับทราบตรงกัน ประกอบด้วยความสามารถดังต่อไปนี้

1. การสื่อสาร เป็นการอธิบายโดยการพูด เขียน หรือแสดงให้เห็น
2. การสื่อความหมาย เป็นการทำความเข้าใจ ดีความ แปลความ หรือวิเคราะห์ความหมายของสิ่งที่ตนพบ
3. การนำเสนอ เป็นการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอข้อมูลหรือความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน

สุดารัตน์ ภิรมย์ราช (2555: 67) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดย สุดารัตน์ ภิรมย์ราช

1. การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	
คะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องทั้งหมด
1	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
0	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมายไม่ถูกต้องหรือไม่มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความเพื่อสื่อความหมาย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	
คะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2	เขียนอธิบายวิธีคิด โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมด
1	เขียนอธิบายวิธีคิด โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
0	เขียนอธิบายวิธีคิด โดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องหรือไม่มีการเขียนอธิบายวิธีคิดโดยอาศัยความรู้และหลักการประกอบแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดย สุภารัตน์ ภิรมย์ราช
(ต่อ)

3. การนำเสนอทางคณิตศาสตร์	
คะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2	นำเสนออย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบได้ถูกต้องทั้งหมด
1	นำเสนออย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
0	นำเสนออย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบแต่ไม่ถูกต้อง นำเสนอไม่เป็นขั้นตอนที่เป็นระบบไม่มีการนำเสนอ

ฉัญพิมล จันทน์นุ้ม (2558: 80-81) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่เป็นความสามารถในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมาย และการนำเสนอ เพื่อแสดงแนวคิดหรืออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1) ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และ 3) ความสามารถในการนำเสนอ ดังนี้

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดย ฉัญพิมล จันทน์นุ้ม

1. ความสามารถด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	
คะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3	ใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
2	ใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้
1	ใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องอย่างน้อยบ้างแต่ยังไม่ถึงครึ่งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้
0	ใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงข้อมูลได้อย่างไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนเลย

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดย ธัญพิมล จันทร์นุ้ม
(ต่อ)

2. ความสามารถในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	
คะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3	ใช้รูปภาพ แผนภาพ ตาราง กราฟ แบบจำลอง หรือตัวแทนแนวคิดในลักษณะอื่น ๆ ประกอบการอธิบายได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์
2	ใช้รูปภาพ แผนภาพ ตาราง กราฟ แบบจำลอง หรือตัวแทนแนวคิดในลักษณะอื่น ๆ ประกอบการอธิบายได้อย่างถูกต้องเกือบทั้งหมด
1	ใช้รูปภาพ แผนภาพ ตาราง กราฟ แบบจำลอง หรือตัวแทนแนวคิดในลักษณะอื่น ๆ ประกอบการอธิบายถูกต้องเพียงเล็กน้อย
0	ใช้รูปภาพ แผนภาพ ตาราง กราฟ แบบจำลอง หรือตัวแทนแนวคิดในลักษณะอื่น ๆ ประกอบการอธิบายไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนเลย
3. ความสามารถในการนำเสนอ	
คะแนน	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3	แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง นำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์
2	แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง นำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจนเกือบทั้งหมด และมีรายละเอียดครบถ้วนเกือบทั้งหมด
1	แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง นำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจนบางประเด็น และยังขาดรายละเอียดในบางประเด็น
0	แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง นำเสนอแนวคิดไม่ชัดเจน และไม่มีรายละเอียด หรือไม่เขียนเลย

จากการศึกษาเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีการกำหนดองค์ประกอบในการประเมินออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 2) ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 3) ด้านการนำเสนอ สามารถสังเคราะห์เป็นเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

ตารางที่ 7 ผลการสังเคราะห์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ
นักการศึกษาต่าง ๆ จำแนกตามความสามารถในด้านต่าง ๆ ระดับคะแนน/ความหมาย
และสรุปเกณฑ์การให้คะแนน

1. ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งทีโจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความและอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องเหมาะสมทุกตำแหน่ง
3 (ดี)	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งทีโจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความ และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (ไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง)
2 (พอใช้)	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งทีโจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความ และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องบางส่วน อย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้แต่ไม่ชัดเจน (ไม่ถูกต้อง 2 ตำแหน่ง)
1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่เขียนหรือเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งทีโจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความ และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องบางส่วน มีความถูกต้องต่ำกว่าครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ไม่ชัดเจน (ไม่ถูกต้อง 3 ตำแหน่งขึ้นไป)
2. ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ทั้งหมด โดยพิจารณาจาก 5 ประเด็น ดังนี้ 1. การใช้ภาษาสื่อความหมาย 2. การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 3. การใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ 4. ลำดับขั้นตอน 5. ความถูกต้องของคำตอบ
3 (ดี)	ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องเกือบทั้งหมด (แสดงขั้นตอนได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ประเด็นจาก 5 ประเด็น)

ตารางที่ 7 ผลการสังเคราะห์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ
นักการศึกษาต่าง ๆ จำแนกตามความสามารถในด้านต่าง ๆ ระดับคะแนน/ความหมาย
และสรุปเกณฑ์การให้คะแนน (ต่อ)

2. ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (พอใช้)	ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุปคำตอบได้ ถูกต้องอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้ (แสดงขั้นตอนได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ประเด็นจาก 5 ประเด็น)
1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่ใช้หรือใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุป คำตอบได้ถูกต้องบางส่วนต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้ (แสดง ขั้นตอนได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 ประเด็นจาก 5 ประเด็น)
3. ด้านการนำเสนอ	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	การนำเสนอแผนภูมิแท่ง มีความชัดเจนสมบูรณ์ แสดงลำดับขั้นตอนใน การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และมีรายละเอียด ครบถ้วน ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - ชื่อแผนภูมิ - เส้นแสดงจำนวน - เส้นแสดงรายการ - รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แสดงจำนวนของแต่ละรายการ - รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปต้องมีความกว้างเท่ากัน เริ่มต้นจากระดับ เดียวกันที่ 0 ในกรณีเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ จะต้องระบายสี หรือแรเงาในแท่งสี่เหลี่ยมให้ต่างกัน เพื่อแสดงว่าแท่งใดเป็นของกลุ่ม ใด และระบุข้อมูลไว้ด้านข้างของแผนภูมิ
3 (ดี)	การนำเสนอแผนภูมิแท่ง มีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์ แสดงลำดับขั้นตอน ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และมี รายละเอียดครบถ้วนเกือบทั้งหมด (ไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง)
2 (พอใช้)	การนำเสนอแผนภูมิแท่ง มีความชัดเจนในบางส่วน แสดงลำดับขั้นตอนใน การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน และมีรายละเอียด ครบถ้วนเกือบทั้งหมด (ไม่ถูกต้อง 2 ตำแหน่ง)

ตารางที่ 7 ผลการสังเคราะห์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ
นักการศึกษาต่าง ๆ จำแนกตามความสามารถในด้านต่าง ๆ ระดับคะแนน/ความหมาย
และสรุปเกณฑ์การให้คะแนน (ต่อ)

3. ด้านการนำเสนอ	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
1 (ต้องปรับปรุง)	การนำเสนอเพื่อแปลความหมายของแผนภูมิแท่ง ไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด) แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจนบางประเด็น และยังขาดรายละเอียดในบางประเด็น (ไม่ถูกต้อง 3 ตำแหน่งขึ้นไป)
ในกรณีของตารางสองทางจะใช้เกณฑ์สำหรับด้านการนำเสนอข้อมูลดังนี้	
3. ด้านการนำเสนอ	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางให้สมบูรณ์และสามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้องทั้งหมดทุกตำแหน่ง
3 (ดี)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางให้สมบูรณ์และสามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (ไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง)
2 (พอใช้)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางให้สมบูรณ์และสามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้องบางส่วน (ไม่ถูกต้อง 2 ตำแหน่ง)
1 (ต้องปรับปรุง)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางไม่สมบูรณ์และไม่สามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง (ไม่ถูกต้อง 3 ตำแหน่งขึ้นไป)

จากการสังเคราะห์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ
นักการศึกษาต่าง ๆ จำแนกตามความสามารถในด้านต่าง ๆ โดยกำหนดองค์ประกอบในการประเมิน
ออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 2) ด้านการแสดงแนวคิด
ทางคณิตศาสตร์ 3) ด้านการนำเสนอ และเกณฑ์การให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้
และ ต้องปรับปรุง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ

จิตติมา ขอบเอียด (2551) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีบุญยานนท์ จังหวัดนนทบุรี ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่องบทประยุกต์ แบบทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.67

สุภาภรณ์ ใจสุข (2555) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้อิงปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้อิงร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยนำรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดตรนาราม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุราษฎร์ธานี เขต 2 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 24 คน โดยแบ่งเป็นห้องทดลองและห้องควบคุม ระยะเวลาดำเนินการทดลอง 38 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแผนจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นและแผนปกติ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ (1) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) ขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ 4) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบนั้นประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นกระตุ้นความสนใจด้วยการเผชิญปัญหาที่ท้าทาย 2) ขั้นลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้นเพื่อสืบค้นความรู้ 3) ขั้นร่วมกันตรวจสอบความรู้คู่มือกลุ่ม 4) ขั้นนำไปประยุกต์ (2) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 2.1) ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.2) ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.3) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปอย่างสม่ำเสมอ และค่อย ๆ ดีขึ้นตามลำดับ โดยสามารถแก้ปัญหา สื่อสาร และเชื่อมโยงความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น

เพาพงา วังเวช (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการรู้คิดร่วมกับ Four Corners and a Diamond Graphic Organizers ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มทดลอง 49 คน และกลุ่มควบคุม 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการรู้คิดร่วมกับ Four Corners and a Diamond Graphic Organizers และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 5) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการของความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ปภัชญา เสม (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสี่สอที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตัวอย่างการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 34 คน และกลุ่มควบคุม 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสี่สอ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสี่สอมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสืบสอบมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสืบสอบมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสืบสอบมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสืบสอบมีพัฒนาการของความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

Lewis, Graves, and Sanchez (2006, อ้างถึงใน ฤทธิ์พิภย์ ภาคภูมิ, 2560: 58) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องสนทนาเสริมในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนประถมศึกษา โดยศึกษาการใช้ประโยชน์จากการสร้างกิจวัตรในการสนทนาระหว่างนักเรียน จุดเด่นในการศึกษาครั้งนี้อยู่ที่การให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องได้ฝึกปฏิบัติสนทนาทางคณิตศาสตร์ การพิจารณาจากการวิเคราะห์สภาพงานที่เป็นเอกลักษณ์ของนักเรียนในการฝึกฝนความรู้ ผลการวิจัยพบว่า การให้ความเอาใจใส่ในรายละเอียดเฉพาะเป็นการทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความชำนาญในการพูดภาษาทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของนักเรียนภายในกลุ่ม

Wolf (2009) ได้ศึกษาความเข้าใจเชิงลึกในเรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยเน้นทักษะการสื่อสารทั้งการพูด การอภิปรายกับผู้อื่น และการเขียน เพื่ออธิบายคำตอบในเรื่องปัญหาเศษส่วนที่ซับซ้อน จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องเศษส่วนอย่างลึกซึ้ง เมื่อเรียนจบหน่วยแล้วนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นกว่าก่อนเรียน ทั้งการพูด การอภิปรายในชั้นเรียน และการเขียน มีผลทำให้นักเรียนรู้สึกมีความสุขในการเรียนและมีความมั่นใจเพิ่มมากขึ้น นับว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นประสบผลสำเร็จอย่างยิ่งอดเยี่ยมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ในกิจกรรมการเขียนหรือการพูด การใช้คำศัพท์สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปภาพ แบบจำลอง และใช้สื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้อื่นได้รับทราบและเข้าใจความหมายได้ตรงกันโดยอาจจะใช้คำพูดหรือการเขียน นำมาตีความ แปลความ วิเคราะห์ความหมายของแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญยิ่งในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ การพูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ การเขียนช่วยให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องราวหรือ

ปัญหา ช่วยให้พัฒนาการรับรู้คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น การสื่อสารจึงเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพ ในการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูดหรือการเขียน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถอธิบาย รวบรวม และขยายแนวคิด แลกเปลี่ยนแนวคิดกับคนอื่น จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียน การสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นประกอบด้วย ทักษะการพูดและ การเขียน สนับสนุนให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ภาษาในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และ นำเสนอข้อมูล ซึ่งแสดงออกมาโดยการพูดและการเขียน

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่ง ซึ่งใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ใหม่ และได้ใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ในการแก้ไข ปัญหา ในการได้ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนทางการเรียนและคอย อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน (วิชเนีย ทศะ, 2547) เช่นเดียวกับที่ วัชรา เล่าเรียนดี (2548) และ Howard (1999) ได้กล่าวเพิ่มเติมไว้ว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาเพื่อเป็นการกระตุ้น จูงใจ ได้รับความสนใจ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และสร้างความรู้ได้ด้วย ตนเอง

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกิดจากแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivist learning theory) และมีรากฐานมาจากทฤษฎีทางการศึกษาของ John B. Dewey ซึ่งมีชื่อว่าการศึกษาแบบพิพัฒนาการ (Progressive Education) และได้มีการศึกษาขั้นตอนการเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาช่วยแก้ปัญหาในทางการแพทย์ และการศึกษาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สามารถสรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานเป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้ และทักษะ เน้นการจัดประสบการณ์ เรียนรู้ที่ได้จากการสืบค้น สืบค้น ค้นคว้า ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน วิธีการ จัดการเรียนการสอน มีลักษณะดึงดูดผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาซึ่งครูจะเป็นผู้คอย ให้คำแนะนำ โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียน เผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งปัญหานั้นจะต้อง เป็นปัญหาที่มาจากตัวผู้เรียน เป็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ นำไปสู่การค้นคว้า หาคำตอบหรือทำให้ปัญหานั้นชัดเจนจนมองเห็นแนวทางแก้ไข ผู้เรียนมีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหาและพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ร่วม ในการแก้ปัญหา ผสมผสานความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างความกระตือรือร้น ในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ผู้สอนจึงเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียน

เกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์ (Torp & Sage, 1998, อ้างถึงใน ณิชพร ขำสุวรรณ, 2556; Watson & Glaser, 1964, อ้างถึงใน ณิชพร ขำสุวรรณ, 2556; ทิศนา แคมมณี, 2554: 137-138; วิชรา เล่าเรียนดี, 2553: 107)

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้จากการสืบค้น สำรวจ ค้นคว้า จากปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน มีลักษณะดึงดูดผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม นำไปสู่การค้นคว้า หาคำตอบ ก่อให้เกิดความเข้าใจในปัญหานั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง จนสามารถแก้ไขปัญหานั้นได้ในที่สุด

3.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปได้ดังนี้ (Gijseleers, 1996, อ้างถึงใน วาสนา ภูมิ, 2555; Torp & Sage, 1998: 14, อ้างถึงใน ณิชพร ขำสุวรรณ, 2556)

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างความรู้เชื่อมโยงจากข้อมูลเดิมกับข้อมูลใหม่ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนจะอย่างไรกับข้อมูลเหล่านั้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยที่ผู้เรียนจะต้องมีความสนใจเหมือนดังว่าได้เข้าไปอยู่ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และใช้ความรู้ที่มีในการแก้ปัญหา ซึ่งความรู้เดิมจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การเรียนรู้จะแกร่งกล้าเมื่อผู้เรียนมีทักษะในการกำกับตนเอง มีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ว่าจะทำอะไร เลือกยุทธวิธีว่าจะอย่างไร และจะต้องมีการประเมินผลว่าบรรลุจุดมุ่งหมายจากการเรียนรู้หรือไม่ การที่จะประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งความสำเร็จบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

3. การสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ ปัจจัยทางสังคม และองค์ประกอบแวดล้อม มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้เป็นตัวนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนรู้ โดยครูรวบรวมความคิดเห็นของนักเรียนและแนะนำให้นักเรียนตั้งคำถาม นำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา รูปแบบการเรียนที่เป็นไปตามสภาพแวดล้อมทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาจริง ปัจจัยทางสังคมจึงมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน นั่นคือการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นำไปสู่ทางเลือกที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

3.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไม่ใช่การสอนแบบแก้ปัญหา (Problem solving method) เพราะการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะต้องเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์โดยตรงของผู้เรียน โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางให้ผู้เรียนต้องไปแสวงหาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง

เพื่อจะได้ค้นพบคำตอบของปัญหานั้น ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและฝึกการวิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ (กุลยา ตันติผลาชีวะ, 2548: 78; ทิศนา ขัมมณี, 2550: 137-138; มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545: 13; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2550: 2-3)

1. ประเด็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้ ปัญหาคือหัวใจสำคัญของการสอนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ลักษณะของปัญหาที่นำมาเรียนจะเป็นปัญหาที่พบบ่อย โดยผู้สอนอาจนำเสนอสถานการณ์หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา โดยปัญหาต้องเป็นปัญหาที่ตรงตามจุดประสงค์ของหลักสูตรและระดับชั้นปีของผู้เรียน ควรเป็นปัญหาที่พบเห็นได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง

2. สื่อการเรียนการสอน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง จึงจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องมีสื่อที่ครบถ้วนสมบูรณ์สำหรับใช้ในการค้นคว้า เช่น หนังสือ สไลด์ โสตทัศน ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) และผู้ชี้แนะ (guide)

3. ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบ มีความตั้งใจที่จะศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการ ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตนเอง (self-directed Learning) ผู้เรียนจึงต้องวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีความมุ่งมั่นในการค้นคว้าของตนเองอย่างเคร่งครัด บริหารเวลา การเรียนจึงจะมีประสิทธิภาพ

4. บทบาทของผู้สอน ผู้สอนทำหน้าที่สนับสนุนการเรียน ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกด้านสื่อ อุปกรณ์ และสิ่งจำเป็นต่าง ๆ ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ให้คำแนะนำเมื่อจำเป็นเท่านั้น ฝึกให้ผู้เรียนมีความใฝ่รู้ รวมถึงเป็นผู้ประเมินสมรรถนะของผู้เรียนขณะเรียนเป็นระยะ ๆ จูงใจให้ผู้เรียนเกิดแนวทางในการศึกษา คิดค้น อภิปราย ชักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และสรุปประเด็นในการเรียนในแต่ละครั้ง

องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะต้องประกอบไปด้วย 1) ประเด็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้ ลักษณะของปัญหาจะต้องมีลักษณะที่พบได้ชีวิตจริงหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง 2) สื่อการสอน จำเป็นต้องมีสื่อการสอนสำหรับใช้ในการค้นคว้า เช่น หนังสือ ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น 3) ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบ มีความตั้งใจในการค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ จะต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากที่สุด 4) บทบาทผู้สอน ผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวกด้านสื่อ หรืออุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้

3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ต้องใช้ความสามารถในหลาย ๆ ด้าน ประกอบกันเป็นลำดับขั้นตอน ทั้งนี้เป็นเพราะผลจากการคิดในแต่ละขั้นนั้นมีความจำเป็นต้องนำไปใช้ ต่อในขั้นตอนต่อ ๆ ไป ขั้นตอนและกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีนักวิชาการเสนอไว้หลายท่านดังนี้

Delisle (1997, อ้างถึงใน วรกมล วงศรรบุญรัตน์, 2557) ได้กำหนดขั้นตอน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเชื่อมโยงปัญหา (connecting with the problem) เป็นขั้นตอน ในการสร้างปัญหาเพราะผู้เรียนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับปัญหานั้นมีความสำคัญต่อก่อน ครูควรเลือก หรือออกแบบปัญหาให้สอดคล้องกับผู้เรียนในขั้นนี้ครูควรสำรวจประสบการณ์และความสนใจของ ผู้เรียนในแต่ละบุคคลก่อนเพื่อเป็นแนวทางในการเลือก หรือออกแบบปัญหาโดยผู้สอนยกประเด็นที่ เกี่ยวข้องกับปัญหามาร่วมอภิปรายก่อนจากนั้นผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสร้างปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เพื่อนำไปเป็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับความรู้อ ในเนื้อหาวิชาและทักษะที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับด้วย

ขั้นที่ 2 ขั้นจัดโครงสร้าง (setting up the structure) ประกอบด้วยแนวความคิด ต่อปัญหา (Ideas) ข้อเท็จจริงจากปัญหา (facts) สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม(learning issued) และ แผนการเรียนรู้ (action plan) โดยเสนอในรูปแบบตารางเพื่อเห็นความสัมพันธ์ของแต่ละหัวข้อดังนี้

ตารางที่ 8 โครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวความคิดต่อปัญหา (ideas)	ข้อเท็จจริงจากปัญหา (facts)	สิ่งที่ต้องเรียนรู้ เพิ่มเติม(learning issued)	แผนการเรียนรู้ (action plan)

ขั้นที่ 3 ขั้นเข้าพบปัญหา (visiting the problem) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการ กลุ่มในการสำรวจปัญหาตามโครงสร้างของการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 คือนักเรียนในกลุ่มร่วมกันเสนอ แนวคิดต่อปัญหาว่ามีแนวทางเป็นไปได้หรือไม่ จะสามารถแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด ความรู้เรื่องใด จึงเป็นฐานของการแก้ปัญหา จากนั้นผู้เรียนในกลุ่มจะร่วมอภิปรายถึงข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนดให้ แล้วกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่ม เพื่อจะได้นำมาเป็นฐานความรู้ในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งกำหนดวิธีการ หาความรู้และแหล่งทรัพยากรของความรู้ที่นั้นด้วย ในแต่ละข้อจะเขียนลงในตารางโดยเรียงลำดับ เป็นข้อ ๆ จะเขียนแต่ละสดมภ์ให้สัมพันธ์กัน เมื่อภายในกลุ่มกำหนดหัวข้อจากนั้นกลุ่มจะมอบหมาย

ให้สมาชิกในกลุ่มไปศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดให้ แล้วนำความรู้ที่ได้มารายงานต่อกลุ่มทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะมีอิสระในการกำหนดในแต่ละหัวข้อผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นเข้าพบปัญหาอีกครั้ง (reversing the problem) เมื่อกลุ่มได้ไปศึกษาความรู้ตามแผนการเรียนรู้แล้ว กลุ่มจะช่วยกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่าเพียงพอที่ใช้แก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มายังไม่เพียงพอกลุ่มต้องร่วมกันเพิ่มเติมความรู้และกำหนดแผนการเรียนรู้ใหม่อีกครั้ง แล้วทำตามแผนการเรียนรู้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะประสบความสำเร็จ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนในกลุ่มต้องการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาตามแผนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการสื่อสารการวิเคราะห์และการสังเคราะห์ข้อมูลได้

ขั้นที่ 5 ขั้นผลิตงาน (Producing a product or performance) ขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ไขปัญหาคือหรือสร้างผลผลิตขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ และนำเสนอผลผลิตนั้นให้ชั้นเรียนได้ทราบผล

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลงานและปัญหา (Evaluating performance and problem) ในการประเมินผลงานของผู้เรียน ผู้สอนและผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบร่วมกัน ในการประเมินนั้นจะประเมินในด้านความรู้ และในการประเมินด้านความรู้จะใช้การแก้ปัญหา การใช้เหตุผล การสื่อสาร และการทำงานร่วมกันเป็นทีม นอกจากนี้ที่จะประเมินผู้เรียนแล้วผู้สอนยังต้องประเมินปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่

Savoit and Hugles (1994, อ้างถึงใน วัชรวิภา เล่าเรียนดี, 2553: 110-111) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงปัญหากับบริบทของผู้เรียนเพื่อมีโอกาสในการปฏิบัติจริง

ขั้นที่ 3 มอบหมายความรับผิดชอบให้ผู้เรียน เรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้วางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 กระตุ้นความร่วมมือโดยการจัดกลุ่มให้ร่วมเรียนรู้และปฏิบัติตาม

ขั้นที่ 5 ตั้งความคาดหวังหรือกำหนดเป้าหมายว่าผู้เรียนจะต้องแสดงหรือนำเสนอผลการเรียนรู้ของตนเองโดยแสดงผลงานชิ้นงานโดยการปฏิบัติงานให้ดู

วิธีการวัดประเมินผลเป็นการประเมินผลทั้งความรู้ความเข้าใจและความสามารถที่แสดงออกด้วยการให้เหตุผลที่ถูกต้องเป็นเหตุเป็นผลใช้ข้อมูลอ้างอิงที่มาจากความเข้าใจมากกว่าการท่องจำและประเมินชิ้นงานตามเกณฑ์ที่กำหนดให้โดยใช้ Rubrics Score

Duch (1995, อ้างถึงใน พรพิมล รอดเคราะห์, 2558) สรุปว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอด้วยปัญหา ปัญหาอาจมาจากกรณีตัวอย่าง เทปโทรทัศน์ รายงานการค้นคว้า ให้ผู้เรียนในกลุ่มรวบรวมแนวคิดและความรู้เดิมเกี่ยวกับปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 สร้างประเด็นการเรียนในระหว่างการอภิปรายภายในกลุ่ม ประเด็นการเรียนเป็นการระบุ ว่า สิ่งใดที่พวกเขาารู้และสิ่งใดที่ยังไม่รู้ คำถามอะไรที่ควรไปหาความรู้มาเพิ่มเติม

ขั้นที่ 3 จัดลำดับความสำคัญของประเด็นการเรียนและให้ผู้เรียนมอบหมายงานให้ศึกษาเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล

ขั้นที่ 4 สรุปความรู้ที่ได้เรียนหลังจากการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม โดยความรู้ใหม่ที่รวบรวมจะถูกนำมาสรุปและผสมผสานกับความรู้เดิมที่มีอยู่ เพื่อนำไปแก้ปัญหาและสรุปความรู้ที่ได้เป็นความรู้ใหม่ ผู้เรียนอาจจะต้องระบุประเด็นปัญหาใหม่และหาข้อมูลเพิ่มเติมจนกว่าจะหาข้อมูลครบถ้วนต่อการแก้ปัญหา

ทองจันทร์ หงส์ดารมภ์ (2537) กล่าวว่า กระบวนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เริ่มต้นจากปัญหาซึ่งผู้เรียนจะใช้เป็นหลักในการแก้ปัญหาจนกระทั่งเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความกระจ่างกับถ้อยคำ แนวคิด และเทอมต่าง ๆ (clarify terms and concepts) ในขั้นแรกกลุ่มผู้เรียนจะต้องพยายามทำความเข้าใจกับปัญหาที่ได้รับเสียก่อน หากมีข้อความหรือแนวคิดตอนใดที่ยังไม่เข้าใจจะต้องพยายามหาคำอธิบายให้ชัดเจนโดยอาจจะอาศัยความรู้พื้นฐานของสมาชิกภายในกลุ่ม หรือจากเอกสารตำราอื่น ๆ ที่มีคำอธิบายอยู่

ขั้นที่ 2 ระบุประเด็นปัญหา (define the problem) เป็นการให้คำอธิบายของปัญหาทั้งหมด โดยกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาที่ถูกต้องสอดคล้องกันโดยอย่างน้อยที่สุดจะต้องเข้าใจว่ามีเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ใดถูกกล่าวถึงหรืออธิบายอยู่ในปัญหานั้นบ้าง

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (analyze the problem and formulate hypothesis) การวิเคราะห์ปัญหาจะได้มาซึ่งความคิดและข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับโครงสร้างของปัญหา โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน รวมทั้งความคิดอย่างมีเหตุผล ในการสรุปรวบรวมความคิดเห็น ความรู้ และแนวความคิดของสมาชิกภายในกลุ่ม เกี่ยวกับกระบวนการและกลไกที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา นั่นคือพยายามสร้างสมมติฐานอันสมเหตุสมผลสำหรับปัญหานั้น ๆ

ขั้นที่ 4 จัดลำดับความสำคัญของสมมติฐาน (identify the priority of hypothesis) จากสมมติฐานที่ต่าง ๆ ที่ได้มานั้น กลุ่มจะต้องนำมาพิจารณาจัดลำดับความสำคัญอีกครั้งโดยอาศัยข้อสันนิษฐานจากข้อมูลความจริงและความรู้จากสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อพิจารณาหาข้อยุติ สำหรับสมมติฐานที่ปฏิเสธได้และคัดเลือกสมมติฐานที่ต้องแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป

ขั้นที่ 5 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (formulate learning objectives) เมื่อกลุ่มอภิปรายและตัดสินใจว่าข้อมูลอะไรจำเป็นและยังขาดอยู่ ซึ่งทำให้ไม่สามารถตอบคำถามหรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้นได้ กลุ่มจะช่วยกันกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อไปค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมในการทดสอบสมมติฐานที่คัดเลือกไว้

ขั้นที่ 6 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม (collect additional information outside the groups) จากวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่รับผิดชอบในการไปศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งจากตำราเอกสารทางวิชาการและผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการทำงานจะทำงานเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

ขั้นที่ 7 สังเคราะห์และทดสอบข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามา (synthesize and test the newly acquired information) กระบวนการของการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะสมบูรณ์ได้โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ค้นคว้ามา เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่วางไว้ โดยสมาชิกของกลุ่มแต่ละคนจะนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเสนอต่อสมาชิกอื่นในกลุ่ม เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้มาเพียงพอต่อการพิสูจน์สมมติฐานหรือไม่ ดังนั้นกลุ่มอาจจะพบว่ามีข้อมูลบางส่วนไม่สมบูรณ์ จำเป็นจะต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมอีก

ขั้นที่ 8 สรุปหลักการ และแนวคิดจากการแก้ปัญหา (identify generalizations and principles derived from studying this problem) กระบวนการจะสิ้นสุดเมื่อกลุ่มสามารถหาข้อมูลครบถ้วนต่อการพิสูจน์ข้อสมมติฐานทั้งหมดได้ และสามารถสรุปได้ถึงหลักการต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาปัญหานี้ รวมทั้งเห็นแนวทางในการนำความรู้และหลักการนั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไปได้

สำนักงานเลขาธิการการศึกษา (2550) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนและเกิดความสนใจที่จะค้นคว้าหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ โดยการอธิบายสภาพปัญหาหรือการหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อทำให้ปัญหาเกิดความกระจ่างมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนแต่ละคนกำหนดและวางแผนการดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อแก้ไขปัญหานั้นโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สรุปผลการแก้ไขปัญหาคำตอบและความรู้ที่ได้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละคนนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มย่อย ประมวลผลความรู้ที่ได้ว่ามีความสอดคล้องเหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานกลุ่มของตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยการตรวจสอบความคิดภายในกลุ่มของตนเองและสรุปเป็นภาพรวมของกลุ่ม

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหา มาจัดระบบ และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสรุปได้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เริ่มต้นจากปัญหา ที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนด โดยปัญหาหรือสถานการณ์ ต้องมีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เนื้อหาสาระของรายวิชานั้น ๆ ผู้เรียนจะต้องอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ นำมาอภิปรายผ่านกระบวนการกลุ่ม ซึ่งจำเป็นต้องปฏิบัติให้ถูกต้อง เพื่อให้เกิดผลในการเรียนรู้ในปัญหานั้น ๆ มากที่สุด ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการ สังเคราะห์ขั้นตอนจากแนวคิดตามที่ได้มีนักการศึกษาเสนอไว้ ได้เป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังสรุปได้ในตารางที่ 9 มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 9 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	Delisle (1997, อ้างถึงใน วรกมล วงศธรบุญศรี, 2557)	Savoil and Hugles (1994 อ้างถึงใน วิชา เล่าเรียนดี, 2553: 110-111)	Duch (1995 อ้างถึงใน พรพิมล รอดเคราะห์, 2558)	ทองจันทร์ หงส์สดารมภ์ (2537)	สำนักงานเลขาธิการ การศึกษา (2550)	สังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้
ขั้นกำหนด/ระบุปัญหา		✓	✓	✓	✓	4*
ขั้นเชื่อมโยง ปัญหา	✓	✓				2
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	✓	✓		✓	✓	4*
กำหนดกรอบ การศึกษา	✓		✓	✓	✓	4*

ตารางที่ 9 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	Delisle (1997, อ้างถึงใน วรกมล วงศรรบุญศรี, 2557)	Savoil and Hugles (1994 อ้างถึงใน วัชร เล่าเรียนดี, 2553: 110-111)	Duch (1995 อ้างถึงใน พรพิมล รอดเคราะห์, 2558)	ทองจันทร์ หงส์ลดารมภ์ (2537)	สำนักงานเลขาธิการ การศึกษา (2550)	สังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
จัดลำดับ ความสำคัญ ของประเด็น การเรียน				✓		1
ขั้นเข้าพบ ปัญหาอีกครั้ง	✓			✓		2
มอบหมาย ความ รับผิดชอบให้ ผู้เรียน		✓	✓	✓		3*
ดำเนินการ ศึกษา ค้นคว้า				✓	✓	2
ขั้นผลิตงาน	✓	✓				2
สรุปผล นำเสนอและ ประเมินผล	✓		✓	✓	✓	4*

จากตารางที่ 9 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้ขั้นตอนในการวิจัยครั้งนี้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและนำเสนอปัญหา โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือกรณีตัวอย่างเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนร่วมมือกันเรียนรู้ โดยผู้เรียนศึกษาและทำความเข้าใจปัญหาสถานการณ์ ผู้เรียนสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัปัญหาได้

ขั้นที่ 3 กำหนดกรอบการศึกษา สร้างประเด็นการเรียนในระหว่างการอภิปราย ภายในกลุ่ม ประเด็นการเรียนเป็นการระบุดว่า สิ่งใดที่ผู้เรียนรู้และสิ่งใดที่ยังไม่รู้ คำถามอะไรที่ควรไปหาความรู้มาเพิ่มเติม กลุ่มจะช่วยกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่าเพียงพอที่ใช้แก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มายังไม่เพียงพอกลุ่มต้องร่วมกันเพิ่มเติมความรู้และกำหนดแผนการเรียนรู้ใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 4 มอบหมายความรับผิดชอบให้ผู้เรียน จัดลำดับความสำคัญของประเด็น การเรียนและให้ผู้เรียนมอบหมายงานให้ศึกษาเป็นกลุ่ม โดยผู้เรียนจะค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่ม ตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลได้จากการศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด รวมทั้ง กำหนดประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและส่งให้ผู้สอน นำเสนอในชั้นเรียน ผู้สอนและผู้เรียนทุกคนร่วมกันประเมินผลงาน

3.5 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการค้นคว้าได้มีผู้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปได้ ดังนี้ (Torp & Sage, 1998: 33-43, อ้างถึงใน ณิชพร ขำสุวรรณ, 2556; ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์, 1996; สำนักงาน เลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2550: 9-13)

บทบาทของผู้สอน

ผู้สอนมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นลักษณะของผู้สอนที่เอื้อต่อ การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

1. ผู้สอนแสวงหาความรู้ มุ่งมั่น ตั้งใจ เป็นผู้ออกแบบและกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจ ปัญหาเพื่อกำหนดรูปแบบและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
2. ผู้สอนอนุญาตให้ผู้เรียนเป็นผู้สำรวจปัญหาและควบคุมกระบวนการการสำรวจ ด้วยตนเองอย่างอิสระ โดยผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคลเข้าใจศักยภาพของผู้เรียน ผู้สอนเป็น เพียงผู้แนะนำ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการติดตามกระบวนการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างถ่องแท้ชัดเจนทุกขั้นตอน คอยดูแลให้ผู้เรียนสร้างคำตอบที่เป็นไปได้เพื่อนำไปสู่การค้นพบ คำตอบของปัญหานั้น
4. ผู้สอนต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และประเมินผล การพัฒนาของผู้เรียน
5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์ การเรียนรู้ให้เหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ
6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัว ในการเรียนรู้ตลอดเวลา
7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของ การเรียนรู้แบบนี้

8. ผู้สอนต้องมีความรู้ความสามารถ ด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริงให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และสัญชาตญาณ รู้จักบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเองเพื่อทำกิจกรรมอย่างมีหลักฐาน
2. ผู้เรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนต้องได้รับการวางพื้นฐาน และฝึกทักษะในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น กระบวนการคิดการสืบค้นข้อมูลการทำงานกลุ่ม การอภิปราย การสรุป การนำเสนอผลงาน และการประเมิน สามารถสำรวจ ค้นคว้าและลงมือปฏิบัติอย่างมีเหตุผลและเป็นอิสระ
4. ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้
5. ผู้เรียนถูกดึงดูดให้มีความสนใจในสถานการณ์ของปัญหา
6. ผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

3.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชา

คณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการสัมผัสและมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาและส่งเสริมการคิดระดับสูง การบูรณาการเรียนรู้ การเรียนรู้อย่างอิสระ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการจัดการข้อมูล การเรียนรู้ด้วยตนเอง การทำงานเป็นกลุ่ม และทักษะการสื่อสาร โดยผู้เรียนสร้างกระบวนการเรียนรู้จากการทำงานกลุ่ม เพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหบนพื้นฐานของเหตุและผล และในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ผู้เรียนจะได้รับมอบหมายเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มให้ดำเนินการสืบค้น กล่าวคือ กลุ่มจะเป็นผู้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ของกลุ่มเอง (ซานนท์ จันทรา, 2549) จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจปัญหา แก่สถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง ประกอบกับการอธิบายเพื่อหาเหตุผลประกอบ และการนำคำตอบของปัญหาที่ได้มาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ สามารถนำความรู้ที่ได้รับนั้นไปใช้ประโยชน์ได้ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ต้องใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์

ในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาได้โดยการฝึกทักษะการสังเกต การคิดวิเคราะห์ การสื่อสารและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดความสนใจที่นำเสนอผ่านกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาแล้วในการคิด แก้ปัญหา ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ทั้งความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่หลากหลายมากขึ้น

สิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในการจัดการเรียนการสอนวิชา คณิตศาสตร์คือ ปัญหาเพราะปัญหาที่ดีจะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจใฝ่แสวงหาความรู้ ผู้สอน จะต้องคำนึงถึงพื้นฐานความรู้ความสามารถของผู้เรียนประสบการณ์ ความสนใจ และภูมิหลังของ ผู้เรียน นอกจากนั้นปัญหาที่ดียังต้องยึดถึงสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนที่เอื้อต่อ การแสวงหาความรู้ของผู้เรียนอีกด้วย ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะส่งผลให้ผู้เรียน ได้ฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นและการเรียนรู้ที่มีส่วนช่วยพัฒนาศักยภาพด้านต่าง ๆ ให้เต็มเต็ม ในตัวผู้เรียน

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

งานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ

สุภามาส เทียนทอง (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านเขาช้าง อำเภอยะโยค จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยการทำโครงการพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหายอยู่ในระดับสูง 2) ผลการเรียนรู้ เรื่องการถนอมอาหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ 3) ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอยู่ในระดับเห็นด้วยมากทั้ง 3 ด้าน โดยนักเรียนเห็นด้วยมาก เป็นอันดับ 1 คือ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ รองลงมาคือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ ด้านประโยชน์ที่ได้รับตามลำดับ

ชูรายา สัสดีวงศ์ (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ของ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โรงเรียนเตชะปัตตนิยานุกูล จังหวัดปัตตานี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 82 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 43 คน และกลุ่มควบคุม 39 คน ระยะเวลาทดลอง 5 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ การแสดงความคิดจากประเด็นปัญหา การขยายความคิดเพื่อวิเคราะห์ปัญหา การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด การหาข้อสรุปและสะท้อนความคิด 2) ผลการทดลองใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีดังนี้ (2.1) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2.2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2.3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ (2.4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการการคิดวิเคราะห์ในทางที่ดีขึ้น สามารถคิดวิเคราะห์และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

นภสร เรือนโรจน์รุ่ง (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 68 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน และกลุ่มควบคุม 34 คน ใช้เวลาดำเนินการวิจัย 9 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 2) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน 3) แบบทดสอบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยทั้งสองกลุ่มมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งก่อนและหลัง เรียนอยู่ในระดับปานกลาง

Faulkne (1999, อ้างถึงใน อภรณ์ แสงรัศมี, 2543: 55) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขั้นตอนการสอนประกอบด้วยการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา กำหนดประเด็นการเรียนรู้ อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ รวบรวมความรู้ วิเคราะห์และใช้ความรู้แก้ปัญหา สรุปความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบ ใช้ปัญหาเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยลักษณะการเรียนรู้ด้วยตัวเอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติ มีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักอยู่ในระดับมาก

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ได้มีการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แล้ว พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีลักษณะดึงดูดนักเรียนให้เข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาซึ่งครูจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ จัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา โดยปัญหานั้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องไปแสวงหาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง ผูกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อจะได้ค้นพบคำตอบของปัญหานั้น ๆ ครูจึงเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์

4. สื่ออินโฟกราฟิก

อินโฟกราฟิก (information graphic) คือ การนำเอาภาพมารวมกับข้อมูลเรื่องราวต่าง ๆ มารวมไว้ด้วยกัน อินโฟกราฟิกเกิดขึ้นตั้งแต่สมัยที่มนุษย์อาศัยอยู่ในถ้ำมนุษย์ได้วาดรูปต่าง ๆ ไว้ภายในถ้ำ และมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงมาเรื่อย ๆ จนปัจจุบันอินโฟกราฟิกผนวกเข้าระบบอินเทอร์เน็ต และมีความแพร่หลายมากขึ้น หน่วยงาน องค์กรต่าง ๆ เริ่มเล็งเห็นถึงประโยชน์และนำอินโฟกราฟิกมาใช้งาน เราสามารถพบเห็นอินโฟกราฟิกแบบธรรมดาหรือแบบออนไลน์ได้จากเว็บไซต์ หนังสือพิมพ์ และนิตยสารต่าง ๆ อินโฟกราฟิกสามารถแสดงข้อมูลจำนวนมากได้ด้วยภาพเพียงไม่กี่ภาพ จึงกลายเป็นรูปแบบในการส่งข้อมูลที่ง่ายและรวดเร็วที่สุด ขณะเดียวกันเมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมา อินโฟกราฟิกในตลาดออนไลน์ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก และมีหน่วยงานนำไปใช้เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาหรือข้อมูล เช่น ภาครัฐกิจ วิทยาศาสตร์ การศึกษา เป็นต้น เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและไม่ซับซ้อน (Lankow, Ritchie, & Crooks, 2012; Smiciklas, 2012, อ้างถึงใน ภาณุพงษ์ ปุญญมาโนชญ์, 2558) ผู้วิจัยได้นำเสนอเกี่ยวกับความหมายของอินโฟกราฟิก ส่วนประกอบของอินโฟกราฟิก ประเภทของอินโฟกราฟิก และเกณฑ์ในการประเมินอินโฟกราฟิก มีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ความหมายของอินโฟกราฟิก

จากการศึกษาความหมายของอินโฟกราฟิก พบว่า “Infographic” มาจากคำว่า Information (ข้อมูล) + Graphic (รูป) “Information” หมายถึง สารสนเทศหรือข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ

ไม่ว่าจะเป็นข่าวคราวความเคลื่อนไหว, ข้อมูลความรู้, ไอเดีย, ข้อมูลสถิติ, การรายงานผลต่าง ๆ, การรายงานเหตุการณ์/สถานการณ์ ฯลฯ ในขณะที่ “Graphic” หมายถึง ภาพในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งสร้างด้วยคอมพิวเตอร์ หรือภาพที่แสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์ รวมถึงอุปกรณ์ที่คล้ายคลึงกัน เช่น แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน เป็นต้น ดังนั้น Infographic จึงหมายถึง การนำเสนอข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ โดยใช้ภาพกราฟิกเป็นเครื่องมือสำคัญ ซึ่งอินโฟกราฟิกนี้มักประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ “ข้อมูล” (ตัวหนังสือ) และ “ภาพกราฟิก” สามารถเข้าใจได้ง่ายและมีความกระชับของข้อความ อินโฟกราฟิกเป็นสื่อที่บรรจุข้อมูลอันเกิดจากการจัดวางองค์ประกอบกราฟิก หรือเครื่องหมายต่าง ๆ เพื่อสื่อสาร หรือสื่อความหมายเรื่องราวต่าง ๆ ให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจ (Smiciklas, 2012, อ้างถึงใน ภาณุพงษ์ ปุญญาโนชญ์, 2558; ชินกฤต อุดมลาภไพศาล, 2557; ธีรรัช นันทชนก, 2559: 25-26)

อาจกล่าวได้ว่า อินโฟกราฟิกเป็นการแปลงข้อมูลออกมาเป็นรูปแบบที่สวยงามหรือนำข้อมูลมาแสดงเป็นรูปภาพ บางคนอาจคุ้นเคยอินโฟกราฟิกในอีกศัพท์หนึ่งที่เรียกว่า Data Visualization หรือจินตทัศน์ในภาษาไทย (infographic Era, 2012)

จากความหมายของอินโฟกราฟิกดังกล่าวผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า อินโฟกราฟิกหมายถึง การนำเอาภาพและเนื้อหาข้อมูลมารวมกันเพื่อสื่อสาร หรือสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายซึ่งภาพกับข้อมูลนั้นจะต้องมีความกระชับเข้าใจได้ง่าย

4.2 ส่วนประกอบของอินโฟกราฟิก

จากการศึกษาพบว่า อินโฟกราฟิกมีส่วนประกอบสำคัญ ดังนี้ (Krauss, 2012, อ้างถึงใน ศิริเพ็ญ ภู่มหิญาญ, 2559; ขจร พิรกิจ, 2557)

การนำอินโฟกราฟิกใช้กับการเรียนการสอนนั้นผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการตีความทั้งในการอ่านภาพและการใช้ภาพ เนื่องจากอินโฟกราฟิกนั้นประกอบด้วย ส่วนที่เป็นภาพและส่วนที่เป็นข้อความ เป็นการมาบรรจบกันระหว่างภาษาเขียนและภาษาภาพ โดยผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ส่วนของเนื้อหาในการนำเสนอซึ่งต้องสามารถเข้าใจได้ง่าย มีความน่าเชื่อถือ โดยออกแบบจัดวางเรื่องราวที่ต้องการนำเสนอโดยการสร้างความเรียบง่าย การกำหนดรูปแบบในการนำเสนอ การสร้างความแตกต่างของข้อมูลที่น่าเสนอ การจัดวางที่เหมาะสม การจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล ผู้เรียนจะสามารถแสดงข้อมูล ความคิดในรูปแบบของรูปภาพ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการกระตุ้นการทำงานของสมองในหลายส่วน ในการฝึกคิดและหามุมมองของปัญหาที่แปลกใหม่

ทั้งนี้ได้มีนักวิชาการหลายท่านกล่าวถึงองค์ประกอบของอินโฟกราฟิกไว้ สามารถสรุปได้ดังนี้ (Krum, 2013, อ้างถึงใน ภาณุพงษ์ ปุญญาโนชญ์, 2558; Smiciklas, 2012, อ้างถึงใน ภาณุพงษ์ ปุญญาโนชญ์, 2558; George-Palolonis, 2006, อ้างถึงใน ชินกฤต อุดมลาภไพศาล, 2557)

1. หัวข้อมีความน่าสนใจ โดยมีความกระชับสรุปสั้น ๆ เข้าใจง่าย
2. มีเนื้อหาน่าสนใจ กราฟิกเข้าใจง่าย ข้อมูลมีความแปลกใหม่
3. สัญลักษณ์ แถบชื่อ เครื่องหมายที่ใช้ในภาพ
4. มีความดึงดูดสายตาโดยใช้สีต่าง ๆ
5. ส่วนที่บอกผู้จัดทำอินโฟกราฟิกขึ้นมา

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับส่วนประกอบของอินโฟกราฟิก พบว่า อินโฟกราฟิกนั้นประกอบด้วยส่วนที่เป็นภาพและส่วนที่เป็นข้อความซึ่งในส่วนของข้อความควรมีเนื้อหาในการนำเสนอที่น่าสนใจเป็นรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายโดยมีความกระชับ ดึงดูดสายตาโดยใช้สีต่าง ๆ ที่ทำให้ดูน่าสนใจ

4.3 ประเภทของอินโฟกราฟิก

อินโฟกราฟิกในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ (Eric, 2015; Krum, 2013; Lankow et al., 2012; Smiciklas, 2012)

1. อินโฟกราฟิกแบบมีปฏิสัมพันธ์ (interactive infographic)

อินโฟกราฟิกแบบมีปฏิสัมพันธ์ คือ อินโฟกราฟิกประเภทที่เนื้อหาของกราฟิกมีความพิเศษ สามารถเคลื่อนไหวได้ ต่างจากกราฟิกธรรมดาทั่วไป ผู้อ่านจะสามารถโต้ตอบกับภาพได้ ซึ่งการออกแบบกราฟิกจะต้องมีความครอบคลุมเนื้อหาในการนำเสนอรูปแบบการนำเสนอจะมีความแตกต่างกัน เช่น การใส่เสียงประกอบภาพเคลื่อนไหว สามารถแบ่งปันเนื้อหา ข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ให้ผู้อื่นได้รับรู้ โดยการอัปโหลดขึ้นเว็บไซต์ youtube, vimeo หรือ infographic tools ที่ใช้สำหรับการสร้างอินโฟกราฟิกนำเสนอ โดยการนำเสนอข้อมูลจำนวนมากบนเว็บไซต์จะต้องเป็นเนื้อหาที่มีความน่าสนใจ มีความดึงดูด และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้ออกแบบจะต้องหาข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงมาสร้างอินโฟกราฟิกเพื่อให้ดึงดูดความสนใจของผู้ชมอีกด้วย

2. อินโฟกราฟิกภาพนิ่ง (static infographic)

อินโฟกราฟิกภาพนิ่ง คือ อินโฟกราฟิกประเภททั่วไปมีรูปแบบง่ายและพบบ่อยที่สุดในการออกแบบอินโฟกราฟิก เมื่อนักออกแบบทำการออกแบบเสร็จภาพจะมีนามสกุลไฟล์ชื่อ .jpg หรือ .png และทำการตีพิมพ์เผยแพร่บนกระดาษโปสเตอร์ต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูล ซึ่งการออกแบบกราฟิกจะต้องมีความครอบคลุมเนื้อหาที่จะนำเสนอของเรื่องนั้น ๆ ด้วย

3. อินโฟกราฟิกภาพเคลื่อนไหว (motion graphic)

อินโฟกราฟิกภาพเคลื่อนไหว คือ การสร้างภาพกราฟิกให้มีการเคลื่อนไหวในหลายมิติ แตกต่างจากแอนิเมชัน (animation) ตรงที่ไม่มีตัวละครเป็นตัวดำเนินเรื่อง หรือมีบทพูด และตัดฉากสลับเหมือนภาพยนตร์ แต่จะเป็นการสร้างการเคลื่อนไหวให้กราฟิกและการพากย์เสียงบรรยายประกอบ แม้ว่าอินโฟกราฟิกประเภทนี้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากสามารถดึงดูด

ให้ผู้ชมรู้สึกมีส่วนร่วมได้มากกว่าแบบภาพนิ่ง และมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบได้ แต่การออกแบบชิ้นงานจะยากขึ้น ต้องใช้เครื่องมือเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาประเภทของอินโฟกราฟิก ประกอบด้วย 3 ประเภท คือ 1) อินโฟกราฟิกแบบมีปฏิสัมพันธ์ (interactive infographic) 2) อินโฟกราฟิกภาพนิ่ง (static infographic) 3) อินโฟกราฟิกภาพเคลื่อนไหว (motion graphic) สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้อินโฟกราฟิกประเภท อินโฟกราฟิกภาพนิ่ง (static infographic) สำหรับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน

4.4 ขั้นตอนการจัดทำอินโฟกราฟิก

จากการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการสร้างชิ้นงานอินโฟกราฟิกมากมายหลายทฤษฎี บางทฤษฎีมีเพียงไม่กี่ขั้นตอน ในขณะที่บางทฤษฎีมีขั้นตอนมากมาย เมื่อพิจารณาจากหัวใจหลักแล้วสามารถสรุปกระบวนการได้ ดังนี้ (Smith, 2013, อ้างถึงใน พัชรา วาณิชวศิน, 2558; วิไลภรณ์ ศรีไพศาล, 2559)

1. การรวบรวมข้อมูล (gathering data) ค้นคว้า สืบค้น โดยการรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งและหลากหลายรูปแบบ นำข้อมูลที่ได้มาจับใจความสำคัญของเนื้อหา เลือกเนื้อหาระบุประเด็นที่ต้องการสื่อสาร ย่อยเนื้อหาให้กระชับแยกเนื้อหาเป็นหมวดหมู่เพื่อง่ายต่อการจัดลำดับใจความสำคัญ พิจารณาข้อมูลว่าต้องการข้อมูลแบบไหนและออกแบบแบบใดจึงจะนำเสนอเรื่องราวให้เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

2. การออกแบบ (Design) พิจารณาวิธีการเล่าเรื่องหรือรูปแบบการนำเสนอ โดยการเลือกรูปแบบอินโฟกราฟิกนั้นมีหลากหลาย ซึ่งอาจใช้แผนภูมิ กราฟ ผังกระบวนการ แผนที่ หรือลำดับเลขที่ก็ได้แต่ต้องเลือกให้เหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่ จัดลำดับความสำคัญโดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น ส่วน ๆ แต่ละส่วนมีประเด็นหลักประเด็นรอง ผู้ออกแบบต้องมีทักษะในการเล่าเรื่องให้กระชับ มีความสามารถในการเลือกใช้ถ้อยคำที่สั้นแต่มีความหมายครบถ้วน

3. ดำเนินการกำหนดภาพและหัวข้อให้สอดคล้อง (deter – mining a visual approach) โดยการกำหนดภาพและหัวข้อให้สอดคล้องกันนั้นมีหลายวิธีที่น่าสนใจและอยู่ในลักษณะของอินโฟกราฟิกซึ่งเลือกใช้ได้หลากหลาย การจัดเรียงกราฟิกซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ เช่น กล้อง ลูกศร สัญลักษณ์ กราฟ แผนภูมิ แผนภาพ แผนที่ ฯลฯ ให้สื่อความหมายตามที่ออกแบบไว้ ในขั้นตอนนี้จะต้องมีทักษะในการใช้องค์ประกอบศิลป์ เพื่อดึงดูดความสนใจ และทำให้เกิดความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้น องค์ประกอบศิลป์ที่ควรคำนึงถึง ได้แก่ 1) การใช้สีและสัญลักษณ์ที่เป็นสากล เช่น สีเขียวแทนต้นไม้ สีฟ้าแทนทะเล 2) การใช้สัดส่วนตามธรรมชาติ เพราะจะมีความงามที่เหมาะสมที่สุด 3) ความสมดุลซ้าย-ขวา เท่ากันใช้กรณีมีข้อมูลที่สำคัญเท่ากัน ภาพซ้าย-ขวา ไม่เท่ากันกรณีต้องการเน้นให้เห็นความแตกต่าง 4) การใช้จังหวะซ้ำ ๆ จะทำให้จัดกลุ่มของข้อมูลในการนำเสนอได้ง่าย แต่ควรมี

การเว้นระยะเพื่อพักสายตา และลดความอึดอัด 5) การเลือกใช้สี ให้เกิดความสวยงาม น่าสนใจ ก่อให้เกิดความร่าอารมณ์ เกิดผลกระทบต่อการตัดสินใจและการสื่อสารของสมอง เช่นสีแดงในส่วนที่เป็นอันตราย ควรเลือกใช้สีที่เข้ากันได้เพื่อให้อิทธิพลเป็นเอกภาพ และใช้สีที่แตกต่างเฉพาะจุดที่ต้องการเน้นให้เด่น

4. ตรวจสอบและทดลองใช้ (Testing) โดยการกลั่นกรองและทดลองใช้เมื่อได้อินโฟกราฟิกออกมาแล้วก็ทำการตรวจสอบอีกครั้งว่ากราฟิกมีความถูกต้อง ตรงกับข้อมูลหรือไม่ ข้อมูลและภาพทำหน้าที่ถ่ายทอดเรื่องราวตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการแล้วหรือไม่ หากยังไม่สามารถสื่อความหมายตามต้องการได้ให้วิเคราะห์อีกครั้ง แล้วปรับปรุงวิธีการเล่าเรื่องหรือรูปแบบการนำเสนอรวมทั้งปรับปรุงกราฟิกหรือสร้างชิ้นงานใหม่ สุดท้ายคือทดสอบและประเมินผล ดำเนินการเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่าชิ้นงานที่สร้างขึ้นจะบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ จึงนำไปเผยแพร่ในสื่อต่าง ๆ ต่อไป

5. การนำไปใช้จริง (releasing it into the world) โดยการนำอินโฟกราฟิกไปใช้จริงด้วยการเผยแพร่สู่กลุ่มเป้าหมาย รวมทั้งเผยแพร่ผ่านอินเทอร์เน็ต เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะอันจะนำไปสู่การปรับปรุงการจัดทำอินโฟกราฟิกให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นในครั้งต่อไป

ขั้นตอนในการจัดทำอินโฟกราฟิกควรเริ่มจากการสำรวจข้อมูล เลือกเนื้อหาสาระบุประเด็นที่ต้องการ นำไปสู่การออกแบบหรือรูปแบบในการนำเสนอ ดำเนินการกำหนดภาพหรือหัวข้อให้สอดคล้องกัน นำอินโฟกราฟิกไปทดลองใช้ว่าตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ พร้อมกับประเมินผล รวมถึงเผยแพร่ผ่านอินเทอร์เน็ตต่อไป

4.5 เกณฑ์ในการประเมินอินโฟกราฟิก

การศึกษาเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินอินโฟกราฟิกนั้นต้องศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของอินโฟกราฟิกที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพในการสื่อสาร เพื่อใช้ข้อมูลเหล่านี้สำหรับกำหนดเกณฑ์การประเมิน และจากการศึกษาข้อมูลจากนักวิชาการที่เกี่ยวข้อง สามารถแสดงรายละเอียดข้อมูลโดยสรุปได้ดังนี้

Tufte (2007, อ้างถึงใน ศิริเพ็ญ ภูมฺหิณฺญ, 2559) ได้อธิบายคุณลักษณะของอินโฟกราฟิกที่มีคุณภาพดังนี้

1. มีเนื้อหา ความรู้ที่สำคัญสำหรับการสื่อสาร
2. นำเสนอข้อมูลที่มีความชัดเจน ถูกต้องแม่นยำ และมีประสิทธิภาพ
3. ไม่ดูถูกความสามารถของผู้อ่าน หรือผู้ชม
4. บอกความจริง

Dona (2010, อ้างถึงใน ศิริเพ็ญ ภู่มหิณฺญโณ, 2559) ได้อธิบายเกี่ยวกับคุณลักษณะของอินโฟกราฟิกที่ดี ต้องประกอบด้วยส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. เนื้อหาที่มีประสิทธิภาพ (Rich Content) เป็นส่วนที่สำคัญในการสร้างความหมายผ่านภาพกราฟิกหลากหลายรูปแบบ
2. ภาพประกอบที่ดึงดูด (Inviting Visualization) ภาพประกอบในงานอินโฟกราฟิกนั้นต้องสามารถตีความไปยังเนื้อหาที่นำเสนอได้ และแสดงจุดเน้นสำคัญของข้อมูลสำหรับผู้อ่าน
3. การทำเรื่องที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่าย (Sophisticated Execution) เนื้อหาและภาพประกอบที่ใช้สื่อความหมายต้องไม่ซับซ้อนและเข้าใจได้ง่าย

Matrix (2012, อ้างถึงใน ศิริเพ็ญ ภู่มหิณฺญโณ, 2559) อธิบายว่าอินโฟกราฟิกที่มีคุณภาพนั้นจะต้องประกอบด้วยคุณภาพด้านการจัดองค์ประกอบภาพ และคุณภาพด้านข้อมูลเนื้อหา ดังนี้

1. ด้านการจัดองค์ประกอบภาพ
 - 1.1 ออกแบบ เลือกรูปแบบ และวางโครงสร้างที่เหมาะสม
 - 1.2 ใช้ภาพและเนื้อหาเหมาะสม เช่น ภาพ 40% ตัวหนังสือ 20% พื้นที่ว่าง 40% เป็นต้น
 - 1.3 จัดองค์ประกอบที่มีประสิทธิภาพและการสื่อความหมายที่ลงตัว เช่น ใช้ภาพใช้สี จัดตัวอักษร เป็นต้น
 - 1.4 ใช้สีที่สื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ใช้สีแยกเนื้อหาออกเป็นกลุ่ม ใช้สีช่วยแสดงให้เห็นการเชื่อมโยงระหว่างความคิดเพื่อให้ง่ายต่อการอ่านเนื้อหา เป็นต้น
 - 1.5 ใช้ภาษา เครื่องหมายวรรคตอนถูกต้องตามหลักไวยากรณ์
 - 1.6 ใช้กราฟิกที่มีคุณภาพและภาพผลงานสำเร็จต้องมีความคมชัด
2. ด้านข้อมูลเนื้อหา
 - 2.1 ข้อมูลที่แสดงมีเหตุผลน่าเชื่อถือและมีแหล่งข้อมูลที่ชัดเจนและน่าเชื่อถือ
 - 2.2 หัวข้อต้องเป็นปัจจุบันและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำหนด
 - 2.3 วิธีนำเสนอข้อมูลสอดคล้องกับหัวข้อ
 - 2.4 เลือกวิธีการเล่าเรื่องด้วยภาพที่เหมาะสมกับข้อมูล
 - 2.5 เนื้อหาเข้าใจได้ง่ายสามารถอธิบายแนวคิดได้ชัดเจน
 - 2.6 แสดงให้เห็นการคิดสร้างสรรค์และการคิดวิเคราะห์

Schrock (2014, อ้างถึงใน ศิริเพ็ญ ภู่มหิญาญ, 2559) ได้กำหนดคุณลักษณะของ อินโฟกราฟิกที่มีประสิทธิภาพออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ความมีประโยชน์ (Usefulness) ลักษณะอินโฟกราฟิกที่มีประโยชน์ควรมี จุดประสงค์ในการจัดทำไว้อย่างดีและชัดเจน มีความเป็นสากล สามารถสื่อถึงผู้ชมได้ในวงกว้าง ข้อมูลที่นำเสนอมีความน่าสนใจ และมีแหล่งข้อมูลชัดเจน ไม่บิดเบือนข้อมูล

2. ความชัดเจน (Legibility) อินโฟกราฟิกที่มีความชัดเจนจะสามารถสื่อสารได้อย่าง มีประสิทธิภาพ เช่น การใช้คำอธิบายและการกำหนดแกนของกราฟที่ชัดเจนจะทำให้ผู้อ่านสามารถ เข้าใจข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ไม่สับสน นอกจากนี้การใช้ตัวอักษรและสีเส้นที่ตัดกันเพื่อเปรียบเทียบ ข้อมูลจะทำให้ผู้อ่านเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3. การออกแบบ (Design) อินโฟกราฟิกที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีการรวมองค์ประกอบ ของการออกแบบที่ดีไว้ การใช้พื้นที่จะต้องมีประสิทธิภาพเพื่อหลีกเลี่ยงความยุ่งเหยิงมากเกินไป ในขณะที่ยังคงสามารถถ่ายทอดเนื้อหาได้อย่างชัดเจน สีที่ใช้จะต้องเป็นที่น่าสนใจ แต่ไม่รบกวน สายตาผู้อ่านมากเกินไป การออกแบบต้องเรียบง่ายแต่ไม่น่าเบื่อ

4.สุนทรียศาสตร์ หรือความงาม (Aesthetics) อินโฟกราฟิกที่มีความงามจะต้อง สามารถดึงดูดผู้อ่านและสร้างความสนใจได้ในทันที มีทั้งความสวยงามและความน่าสนใจ สามารถ สร้างความสนใจให้กับผู้อ่านได้อย่างเป็นธรรมชาติ

ตารางที่ 10 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินอินโฟกราฟิก

ส่วนประกอบ	ระดับการประเมิน		
	เกินความคาดหวัง	ปานกลาง	ต้องปรับปรุง
1. หัวเรื่อง (Topic)	หัวข้อของอินโฟกราฟิกมีความเป็นเฉพาะและมีวัตถุประสงค์ชัดเจน เช่น แจ้งให้ทราบ โน้มน้าวจิตใจ เป็นต้น	หัวข้อของอินโฟกราฟิกกว้างเกินไป ทำให้ผู้ชมเข้าใจประเด็นหลักที่ต้องการนำเสนอได้ยาก	หัวข้อของอินโฟกราฟิกไม่สื่อความหมายยากต่อการสร้างความเข้าใจ
2. ประเภท (Type)	ประเภทและรูปแบบของอินโฟกราฟิกที่เลือกใช้สนับสนุนการนำเสนอเนื้อหาในหัวข้อนั้น	ประเภทและรูปแบบของอินโฟกราฟิกที่เลือกใช้สนับสนุนการนำเสนอเนื้อหาในหัวข้อนั้นแต่สามารถนำเสนอด้วยรูปแบบอื่นได้ชัดเจนกว่า	ประเภทและรูปแบบของอินโฟกราฟิกที่เลือกใช้ไม่สนับสนุนการนำเสนอเนื้อหาในหัวข้อนั้น

ตารางที่ 10 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินอินโฟกราฟิก (ต่อ)

ส่วนประกอบ	ระดับการประเมิน		
	เกินความคาดหวัง	ปานกลาง	ต้องปรับปรุง
3. ส่วนประกอบ ในอินโฟกราฟิก (Object)	ทุกส่วนประกอบใช้นำเสนอข้อมูลเพื่อช่วยให้ผู้ชมเข้าใจอินโฟกราฟิกได้ง่ายขึ้น	มีเพียงส่วนประกอบบางส่วนที่ช่วยสร้างความเข้าใจให้ผู้ชมได้ง่ายขึ้น	ส่วนประกอบหลายส่วนทำให้ยากต่อการสร้างความเข้าใจ
4. รูปแบบการ นำเสนอข้อมูลภาพ (Data Visualizations)	รูปแบบการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพทั้งหมดทำให้ผู้ชมเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	รูปแบบการนำเสนอข้อมูลด้วยภาพบางส่วนช่วยให้ผู้ชมเข้าใจข้อมูลได้ง่ายขึ้น แต่บางส่วนก็ไม่ช่วย	ควรเลือกใช้รูปแบบอื่นที่นำเสนอข้อมูลได้ดีกว่า
5. ตัวอักษร (Font)	ใช้ตัวอักษรได้เหมาะสมในการสร้างเนื้อหาให้สมบูรณ์และสามารถอ่านได้ง่าย	ใช้ตัวอักษรหลายประเภทเกินไป หรือ ใช้ไม่สอดคล้องกับหัวข้อ	ใช้ตัวอักษรที่อ่านยาก
6. สี (Colors)	ใช้สีที่ช่วยส่งเสริมการแสดงผลของอินโฟกราฟิกให้มีประสิทธิภาพ เช่น การใช้สีเดียวกันแต่เพิ่มน้ำหนักอ่อนแก่ เป็นต้น	ใช้สีสวยงามแต่ใช้จำนวนสีมากเกินไป	ใช้สีไม่เหมาะสมและทำให้การนำเสนอเนื้อหาอินโฟกราฟิกแยกออกจากกัน หรือไม่เข้ากัน
7. การจัดวางเลย์เอาต์ (Layout)	ข้อมูลครบตามโครงสร้างอินโฟกราฟิกและมีการจัดวางในลักษณะของรูปปิรามิดคว่ำ โดยใจความสำคัญอยู่ส่วนบน หรือส่วนที่เด่นที่สุด ใจความรองอยู่ถัดมา และเนื้อหาสนับสนุนหรือรายละเอียดประกอบอยู่ด้านล่าง	เค้าโครงของอินโฟกราฟิกมีครบทั้ง 3 ส่วน คือ ใจความสำคัญ ใจความรอง และรายละเอียดประกอบ แต่ไม่ได้จัดวางตามหลักปิรามิดคว่ำ	เค้าโครงของอินโฟกราฟิกขาดส่วนใดส่วนหนึ่ง ทำให้การนำเสนอข้อมูลไม่สมบูรณ์
8. การจัดระบบข้อมูล (Information Organization)	การจัดระบบข้อมูลมีการใช้รูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง จาก 5 รูปแบบ เพื่อให้ผู้ชมเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ดังนี้ 1. รูปแบบบอกสถานที่ 2. รูปแบบลำดับตัวอักษร 3. รูปแบบช่วงเวลา 4. รูปแบบแบ่งประเภท 5. รูปแบบลำดับโครงสร้าง	การจัดระบบข้อมูลมีการใช้รูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง จาก 5 รูปแบบแต่ขาดความเป็นเอกภาพในการนำเสนอข้อมูล	ไม่มีการจัดระบบข้อมูลตามรูปแบบทั้ง 5 รูปแบบ

ตารางที่ 10 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินอินโฟกราฟิก (ต่อ)

ส่วนประกอบ	ระดับการประเมิน		
	เกินความคาดหวัง	ปานกลาง	ต้องปรับปรุง
9. การอ้างอิง (Citations)	มีการอ้างอิงข้อมูลจากแหล่งที่มาทุกแหล่งอย่างชัดเจน	อ้างอิงเฉพาะ URL สำหรับลิงค์ไปยังข้อมูล	ไม่มีการอ้างอิงข้อมูล

ที่มา: Schrock (2014, อ้างถึงใน ศิริเพ็ญ ภู่มหิณฺญู, 2559)

Lankow (2014, อ้างถึงใน ศิริเพ็ญ ภู่มหิณฺญู, 2559) ได้อธิบายคุณลักษณะอินโฟกราฟิกที่ดี จะต้องมียุทธศาสตร์ดังนี้

1. คุณประโยชน์ (Utility) ลักษณะของอินโฟกราฟิกส่วนใหญ่ใช้เพื่ออธิบายหรือเล่าเรื่องราว ดังนั้นจุดประสงค์ในการนำเสนอต้องชัดเจน เป็นประโยชน์ต่อผู้ชม

2. ความสมบูรณ์ (Soundness) อินโฟกราฟิกที่ดีจะต้องมีความสมบูรณ์ในสิ่งที่ต้องการสื่อสาร ข้อมูลสารสนเทศที่ใช้ต้องมีความสมบูรณ์ น่าเชื่อถือ และน่าสนใจ จึงจะสามารถนำไปสู่การสร้างสรรคงานอินโฟกราฟิกที่ดีได้

3. ความสวยงาม (Beauty) อินโฟกราฟิกที่ดีจะต้องมีความสวยงาม ซึ่งจะต้องสอดคล้องไปกับความสมบูรณ์ของข้อมูลสารสนเทศที่นำเสนอ การนำภาพมาใช้ต้องสวยงามและน่าสนใจสามารถสื่อสารสอดคล้องกับเรื่องราว เช่น การใช้ไอคอนเป็นสัญลักษณ์สื่อความหมาย การใช้ภาพประกอบอธิบายเรื่องราว

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์แนวทางการประเมินอินโฟกราฟิก

ส่วนประกอบ อินโฟกราฟิก	Tufte (2007)	Dona (2010)	Matrix (2012)	Schrock (2014)	Lankow (2014)
1. ด้านการ นำเสนอข้อมูล เนื้อหา ความรู้ (Content)	1. มีเนื้อหา ความรู้ที่ สำคัญสำหรับ การสื่อสาร 2. นำเสนอข้อมูล ที่มีความชัดเจน ถูกต้องแม่นยำ และมี ประสิทธิภาพ	1. เนื้อหามี ประสิทธิภาพ ทำให้เข้าใจได้ ง่าย 2. ภาพดึงดูด น่าสนใจ 3. สื่อความหมายไม่ ซับซ้อนและ เข้าใจได้ง่าย	1. เนื้อหาข้อมูล น่าเชื่อถือและ มีความชัดเจน 2. หัวข้อต้องเป็น ปัจจุบันและ เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาที่ กำหนด	1. ข้อมูลมีประโยชน์ 2. มีจุดประสงค์ ชัดเจน 3. มีความเป็นสากล สามารถสื่อถึง ผู้ชมได้ในวงกว้าง 4. น่าสนใจ	1. ข้อมูลเนื้อหา มีประโยชน์ 2. มีจุดประสงค์ ในการ นำเสนอ

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์แนวทางการประเมินอินโฟกราฟิก (ต่อ)

ส่วนประกอบ อินโฟกราฟิก	Tufte (2007)	Dona (2010)	Matrix (2012)	Schrock (2014)	Lankow (2014)
			3. วิธีนำเสนอ ข้อมูล สอดคล้องกับ หัวข้อ 4. เลือกรูปภาพ เล่าเรื่องด้วย ภาพที่ เหมาะสมกับ ข้อมูล 5. เนื้อหาเข้าใจ ได้ง่าย สามารถ อธิบาย แนวคิดได้ ชัดเจน 6. แสดงให้เห็น การคิด สร้างสรรค์ และการคิด วิเคราะห์		3. มีความ ชัดเจน 4. อธิบาย เรื่องราวได้ สมบูรณ์
2. ด้านการ ออกแบบ ข้อมูลภาพ (Data Visualization)	1. ใช้ภาพสื่อสาร อย่างชัดเจน 2. ใช้ภาพสื่อสาร อย่างมี ประสิทธิภาพ	1. ใช้ภาพที่ดึงดูด ความสนใจ 2. ใช้ภาพ สวยงาม 3. ใช้ภาพ นำเสนอ เนื้อหาชัดเจน 4. ใช้ภาพเน้นจุด ที่สำคัญให้ ผู้อ่านเข้าใจได้	1. การออกแบบ รูปแบบและ การลำดับ เรื่องราว เหมาะสม 2. การใช้ รูปภาพและ เนื้อหาที่ เหมาะสม 3. ใช้หลักการจัด องค์ประกอบ	1. การใช้ภาพ ร่วมกับ คำอธิบายมี ความชัดเจน เข้าใจได้ง่าย 2. ใช้ภาพถูกต้อง กับข้อมูล 3. มีความเรียบง่าย แต่ไม่น่าเบื่อ	1. ใช้ภาพ กราฟิก นำเสนอ เนื้อหา ได้อย่าง สมบูรณ์ 2. ใช้ภาพ กราฟิก นำเสนอ เนื้อหา ได้อย่าง สวยงาม

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์แนวทางการประเมินอินโฟกราฟิก (ต่อ)

ส่วนประกอบ อินโฟกราฟิก	Tufte (2007)	Dona (2010)	Matrix (2012)	Schrock (2014)	Lankow (2014)
			4. การใช้ภาษา เครื่องหมาย วรรคตอน ถูกต้อง 5. การใช้ ภาพกราฟิกที่ มีคุณภาพ คมชัด		
3. ด้านการอ้างอิง ข้อมูล (Reference)	ข้อมูลเป็น ความจริง	แหล่งข้อมูล ถูกต้อง	มีแหล่งข้อมูลที่ ชัดเจน และ น่าเชื่อถือ	มีแหล่งข้อมูลที่ ชัดเจน ไม่บิดเบือน ข้อมูล	ข้อมูลมีความ น่าเชื่อถือ

จากการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลงานอินโฟกราฟิก ผู้วิจัยสามารถสรุปประเด็นการประเมินอินโฟกราฟิก ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การกำหนดประเด็นเพื่อออกแบบเกณฑ์การประเมินผลงานอินโฟกราฟิก

ส่วนประกอบ	ประเด็นในการประเมินอินโฟกราฟิก
1. ด้านการนำเสนอข้อมูล เนื้อหา ความรู้	<ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อมูลมีประโยชน์ น่าเชื่อถือ และชัดเจน 2. มีความเป็นสากล สามารถสื่อถึงผู้ชมได้ในวงกว้าง 3. เนื้อหาเข้าใจได้ง่ายสามารถอธิบายแนวคิดได้ชัดเจน สมบูรณ์ 4. เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพในการสื่อสาร 5. เนื้อหาดึงดูดความสนใจแสดงให้เห็นการคิดสร้างสรรค์และการคิดวิเคราะห์
2. ด้านการออกแบบ ข้อมูลภาพ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้ภาพสื่อสารอย่างชัดเจน เลือกวิธีการเล่าเรื่องด้วยภาพที่เหมาะสมกับข้อมูล 2. รูปแบบการนำเสนอแปลกใหม่ น่าสนใจ 3. การจัดวางเรียบง่าย สวยงาม ชัดเจน 4. การใช้ภาพร่วมกับคำอธิบายมีความชัดเจนเข้าใจได้ง่าย 5. การจัดองค์ประกอบเพื่อการสื่อความหมายที่ลงตัว เช่น การใช้สี ภาพกราฟิก และตัวอักษร

จากการศึกษาเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินอินโฟกราฟิก สามารถสรุปได้ว่า ส่วนประกอบในการประเมินอินโฟกราฟิกมี 2 ด้าน คือ 1) ด้านการนำเสนอข้อมูล เนื้อหาความรู้ ข้อมูลจะต้องมีประโยชน์และน่าเชื่อถือ เข้าใจง่าย สื่อถึงผู้ชมได้ในวงกว้าง 2) ด้านการออกแบบ ข้อมูลภาพ เลือกรูปภาพเล่าเรื่องด้วยภาพที่เหมาะสมกับข้อมูล นำเสนอด้วยวิธีที่แปลกใหม่ น่าสนใจ มีการใช้ภาพร่วมกับคำอธิบายที่เข้าใจง่าย

4.6 การนำอินโฟกราฟิกมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน

อินโฟกราฟิกจัดเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการเพิ่มคุณภาพในการเรียนรู้ได้ดี เมื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารโดยเน้นพื้นฐานสำคัญ 3 ประการของการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพในด้าน ความน่าสนใจ ความเข้าใจและการจดจำ ซึ่งเมื่อนำอินโฟกราฟิกไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอน ก็สามารถช่วยสื่อสารอธิบายสร้างความเข้าใจ ความน่าสนใจและการจดจำเนื้อหาสำคัญที่นำเสนอได้ดี และนำไปสู่การเรียนรู้ที่ดีกว่าการสื่อสารอธิบายด้วยข้อมูลเพียงอย่างเดียว จึงอาจกล่าวได้ว่าการสื่อสารผ่านภาพและข้อความในรูปแบบอินโฟกราฟิกช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่า อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยสร้างความพึงพอใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะ เรียนรู้มากยิ่งขึ้นโดยเน้นที่ความพึงพอใจเมื่อใช้สื่อประกอบการสอนเพราะสื่ออินโฟกราฟิกได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสมด้วยภาพและข้อความที่ตอบสนองพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่วนใหญ่ที่เรียนรู้ได้ดีจากการสื่อสารผ่านการมองเห็น รวมทั้งสื่อที่มองเห็นได้ก็จัดเป็นส่วนประกอบ สำคัญของการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพด้วยเช่นกัน Lankow, Ritchie and Crooks (2012, อ้างถึงใน พัชรา วาณิชวสิน, 2558)

การนำอินโฟกราฟิกมาปรับใช้เป็นเครื่องมือจัดการเรียนการสอนนับว่าเป็นประโยชน์ อย่างมากต่อการเรียนรู้หากสนับสนุนให้อินโฟกราฟิกเข้ามามีบทบาทสำคัญมากขึ้นในการศึกษา ก็จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้มี ประสิทธิภาพและตอบสนองพฤติกรรมการเรียนรู้การมองเห็นได้ดีกว่า ผู้สอนควรเพิ่มบทบาทของ อินโฟกราฟิกเพื่อนำมาใช้เป็นสื่อประกอบบทเรียนหรือสื่อประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อช่วยสร้าง ปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมดึงดูดผู้เรียนให้รักที่จะเรียนรู้และทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องง่ายและ น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

4.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอินโฟกราฟิก

งานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ

สุดาพร ศรีพรหมมา (2557) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างชุดสื่อฝึกอบรมโดยใช้ อินโฟกราฟิกเพื่อให้ความรู้ เรื่อง ลดภาวะโรคอ้วนและปัจจัยเสี่ยงด้วยหลัก 6 อ. ของโรงเรียนในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสงคราม มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อสร้างและ หาคุณภาพของชุดสื่อฝึกอบรมโดยใช้อินโฟกราฟิกเพื่อให้ความรู้ เรื่อง ลดภาวะโรคอ้วนและ

ปัจจัยเสี่ยงด้วยหลัก 6 อ. 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดสื่อฝึกอบรมตามเกณฑ์ 80/80 3) เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมชุดสื่อฝึกอบรม 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมโดยใช้ชุดสื่อฝึกอบรม 5) เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย ชุดสื่อฝึกอบรมโดยใช้สื่ออินโฟกราฟิกเพื่อให้ความรู้เรื่อง ลดภาวะโรคอ้วนและปัจจัยเสี่ยงด้วยหลัก 6 อ. แบบประเมินคุณภาพชุดสื่อฝึกอบรม แบบประเมินประสิทธิภาพของชุดสื่อฝึกอบรม แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-2 โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 70(บ้านบางแก้ว) ปีการศึกษา 2557 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดสื่อฝึกอบรมโดยใช้อินโฟกราฟิกเพื่อให้ความรู้ เรื่อง ลดภาวะโรคอ้วนและปัจจัยเสี่ยงด้วยหลัก 6 อ. มีผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ในระดับคุณภาพดี มีผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านชุดสื่อฝึกอบรมอยู่ในระดับคุณภาพดีมากและค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของชุดสื่อฝึกอบรมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือ 80/80 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกอบรมพบว่า คะแนนทดสอบหลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดสื่อฝึกอบรมอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง พบว่า ความรู้ความเข้าใจโดยรวมอยู่ในระดับดี สรุปว่าชุดสื่อฝึกอบรมโดยใช้สื่ออินโฟกราฟิกเพื่อให้ความรู้ เรื่องลดภาวะโรคอ้วนและปัจจัยเสี่ยงด้วยหลัก 6 อ. ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสงครามมีคุณภาพดีมาก สามารถนำไปใช้ในการให้ความรู้ในเรื่องลดภาวะโรคอ้วนและปัจจัยเสี่ยงด้วยหลัก 6 อ. ได้

พัชรา วาณิชวศิน (2558) ได้ทำการศึกษาเรื่องศักยภาพของอินโฟกราฟิก (Infographic) ในการเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้ ผลการใช้อินโฟกราฟิกเป็นเครื่องมือสื่อสาร พบว่า ร้อยละ 94.99 ของกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าอินโฟกราฟิกช่วยเพิ่มความน่าสนใจ ความเข้าใจและการจดจำให้มากยิ่งขึ้น และมีมติที่สองคือ การใช้อินโฟกราฟิกเป็นสื่อการเรียนรู้สร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ผ่านการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพด้วยความชัดเจนและความเข้าใจบรรลุวัตถุประสงค์ การเรียนรู้ที่ต้องการ และพบว่า อินโฟกราฟิกช่วยสร้างความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดด้วยค่าเฉลี่ย 4.82 อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงบทบาทสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพเมื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารและสื่อการเรียนรู้ดังนี้ 1) การเพิ่มบทบาทให้กับอินโฟกราฟิกในการสร้างปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ 2) การปรับบทบาทผู้สอนให้จัดการเรียนการสอนเชิงรุก วางแผนกำหนดเนื้อหา มุ่งเน้นเฉพาะเนื้อหาสำคัญ เลือกรูปวิธีการและออกแบบอินโฟกราฟิกที่ช่วยให้การเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ 3) การเปลี่ยนบทบาทผู้เรียนให้มีปฏิสัมพันธ์และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น ซึ่งบทบาทเหล่านี้จะช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี รวมทั้งช่วยให้เรียนรู้เนื้อหาที่จำเป็น และแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง อันนำไปสู่การเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้ในที่สุด

ศิริเพ็ญ ภู่มหิณฺญ (2559) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้เครื่องมือทางปัญญาพร้อมกับกระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ทางทัศนและการสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาศิลปศึกษา ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1. รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้เครื่องมือทางปัญญาพร้อมกับกระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ทางทัศนและการสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาศิลปศึกษา ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน เครื่องมือทางปัญญา กระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิก สื่อและทรัพยากรสนับสนุนการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ และมีการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน 1) ขั้นเตรียมความพร้อมและสร้างแรงบันดาลใจเพื่อการออกแบบอินโฟกราฟิก 2) ขั้นออกแบบและสร้างผลงานอินโฟกราฟิก 3) ขั้นเผยแพร่ผลงาน 2. ผลการทดลองรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้เครื่องมือทางปัญญาพร้อมกับกระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิกเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ทางทัศนและการสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาศิลปศึกษา พบว่า 1) นักศึกษาศิลปศึกษามีคะแนนการเรียนรู้ทางทัศนหลังจากเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้เครื่องมือทางปัญญาพร้อมกับกระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิก มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลงานอินโฟกราฟิกมีคะแนนการสร้างสรรค์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีเยี่ยม 3. ผลการประเมินและรับรองรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีระดับคุณภาพเหมาะสมมากสามารถนำไปใช้ได้

Serenelli et al (2011) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดียสำหรับเด็กประถมในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาแบบดิจิทัลทำการทดลองกับเด็กทั้งหมด 16 ห้องเรียน และแบ่งการเรียนออกเป็น 3 แบบ คือ การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้แบบร่วมมือ และคุณครูเป็นผู้สอนโดยใช้สื่ออินโฟกราฟิก การ์ตูนแอนิเมชัน เกมส์ ผลการวิจัยพบว่า อินโฟกราฟิกช่วยลดภาระทางปัญญาของผู้เรียนและเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียน

Davidson (2014) ได้ทำการศึกษาคำแนะนำเอาภาพอินโฟกราฟิกมาใช้ในห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูบูรณาการนำเอาอินโฟกราฟิกมาให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยให้ภาพอินโฟกราฟิก เช่น ภาพแก้วกาแฟ ให้ผู้เรียนไปทำการเพิ่มเติมรายละเอียดว่าแก้วกาแฟสามารถทำอะไรได้บ้างแล้วนำมาเสนอหน้าชั้นเรียนโดยใช้โปรแกรม Microsoft PowerPoint หรือ Prezi อินโฟกราฟิก สามารถนำเสนอเรื่องที่มีความเข้าใจยากหรือเรื่องที่มีความซับซ้อนให้เข้าใจง่ายโดยใช้ภาพอินโฟกราฟิก และการเรียนจากหนังสือที่มีแต่ตัวหนังสือจะทำให้ผู้เรียนเบื่อง่าย

สื่ออินโฟกราฟิกเป็นการแสดงข้อมูลจำนวนมากด้วยภาพไม่กี่ภาพ การนำเอาภาพและเนื้อหาข้อมูลมารวมกันเพื่อสื่อสาร สื่อความหมายสามารถเข้าใจได้ง่าย ซึ่งภาพกับข้อมูลนั้นต้องมีการกระชับ เป็นรูปแบบของการส่งข้อมูลที่ง่ายและรวดเร็ว การนำเสนอข้อมูลต้องมีความน่าเชื่อถือ มีแหล่งข้อมูลชัดเจน การออกแบบต้องมีความเรียบง่าย จัดวางอย่างเหมาะสม จัดลำดับของข้อมูล

ได้อย่างถูกต้อง ข้อมูลที่นำเสนอต้องมีความน่าสนใจ การนำภาพมาใช้ต้องสวยงามและน่าสนใจ สามารถสื่อสารสอดคล้องกับเรื่องราว ทำให้ผู้เรียนสามารถแสดงข้อมูลความคิดในรูปแบบของรูปภาพ

5. กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ สื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด หลักการและงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ การสื่อสารเป็นการสื่อความหมายระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร ให้มีความเข้าใจตรงกัน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นการสื่อสารและสื่อความหมายที่เกี่ยวข้อง กับคณิตศาสตร์ ระหว่างผู้ส่งสารกับผู้รับสาร การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียน ในการอธิบาย ชี้แจง แสดง ความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ ตัวอย่างของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการสื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สื่อสารกับผู้รับสาร ลักษณะสำคัญของ คณิตศาสตร์ประการหนึ่งคือ คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีความหมาย เป็นภาษาเฉพาะ รัดกุม สามารถ สื่อสารและนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างความคิดนามธรรมกับรูปธรรม โดยการใช้รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ตัวอักษร สามารถเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน การสาธิตและการแสดงให้เห็นภาพ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และดำเนินการทาง คณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิดเพื่อให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน และสามารถทำความเข้าใจแนวคิด และความสัมพันธ์ของแนวคิด ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถเกี่ยวกับการสื่อสาร ในคณิตศาสตร์ที่ดีและมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนมาผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เกิดจากแนวคิดทฤษฎี การเรียนรู้แบบสร้างสรรคนิยม (Constructivist learning theory) และมีรากฐานมาจากทฤษฎีทาง การศึกษาของ John B. Dewey ซึ่งมีชื่อว่าการศึกษาแบบพิพัฒนาการ (Progressive Education) และได้มีการศึกษาขั้นตอนการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาช่วยแก้ปัญหาในทางการแพทย์ และ การศึกษาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการจัดประสบการณ์ เรียนรู้ที่ได้จากการสืบค้น สืบค้น ค้นคว้า ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน วิธีการ จัดการเรียนการสอน มีลักษณะดึงดูดนักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาซึ่งครูจะเป็นผู้คอยให้ คำแนะนำ (Watson & Glaser, 1964, อ้างถึงใน ญัฐพร ขำสุวรรณ, 2556; Torp & Sage, 1998, อ้างถึงใน ญัฐพร ขำสุวรรณ, 2556; ทิศนา แคมมณี, 2554: 137-138; วัชรา เล่าเรียนดี, 2553: 107)

ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและฝึกการวิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ 1) ประเด็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้ 2) สื่อการเรียนการสอน 3) ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบ 4) บทบาทของผู้สอน ผู้สอนทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนรู้

แนวคิดสุดท้ายที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า คือ สื่ออินโฟกราฟิก คือ การนำเอาภาพมารวมกับข้อมูลเรื่องราวต่าง ๆ มารวมไว้ด้วยกัน อินโฟกราฟิกสามารถแสดงข้อมูลจำนวนมากได้ด้วยภาพเพียงไม่กี่ภาพ จึงกลายเป็นรูปแบบในการส่งข้อมูลที่ง่ายและรวดเร็วที่สุด การนำอินโฟกราฟิกใช้กับการเรียนการสอนนั้นผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะการตีความทั้งในการอ่านภาพและการใช้ภาพ เนื่องจากอินโฟกราฟิกนั้นประกอบด้วย ส่วนที่เป็นภาพและส่วนที่เป็นข้อความ เป็นการมาบรรจบกันระหว่างภาษาเขียนและภาษาภาพ โดยผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ (Knowledge) ส่วนของเนื้อหาในการนำเสนอซึ่งต้องสามารถเข้าใจได้ง่าย มีความน่าเชื่อถือ โดยการออกแบบ (Design) โดยออกแบบจัดวางเรื่องราวที่ต้องการนำเสนอโดยการสร้างความเรียบง่าย การกำหนดรูปแบบในการนำเสนอ การสร้างความแตกต่างของข้อมูลที่นำเสนอ การจัดวางที่เหมาะสม การจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล ผู้เรียนจะสามารถแสดงข้อมูล ความคิดในรูปแบบของรูปภาพ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการกระตุ้นการทำงานของสมองในหลายส่วน ในการฝึกคิดและหามุมมองของปัญหาที่แปลกใหม่

จากการศึกษาแนวคิด ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่วนประกอบและองค์ประกอบของอินโฟกราฟิก ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ได้เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและนำเสนอปัญหา ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหา เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสื่ออินโฟกราฟิก เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา

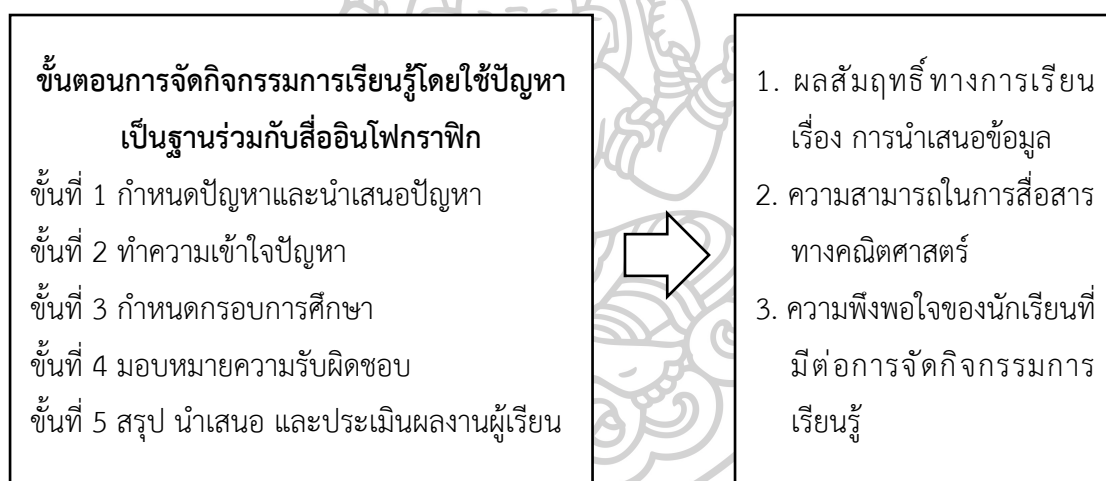
ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสื่ออินโฟกราฟิกแล้วนั้น ผู้เรียนจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจปัญหาสถานการณ์ ผู้เรียนสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ได้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 กำหนดกรอบการศึกษา ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนมอบใบกิจกรรมให้ผู้เรียนโดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มจะได้สื่ออินโฟกราฟิกในหัวข้อเดียวกัน ซึ่งแตกต่างจากขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ผู้เรียนอภิปรายภายในกลุ่ม ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสร้างประเด็นการเรียนรู้ในระหว่างการอภิปรายภายในกลุ่ม ประเด็นการเรียนรู้เป็นการระบุว่า สิ่งใดที่พวกเขาู้และสิ่งใดที่ยังไม่รู้ คำถามอะไรที่ควรไปหาความรู้มาเพิ่มเติม เพื่อหาคำตอบลงในใบกิจกรรม ภายในกลุ่มจะช่วยกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่าเพียงพอที่ใช้แก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มายังไม่เพียงพอกลุ่มต้องร่วมกันเพิ่มเติมความรู้และกำหนดแผนการเรียนรู้ใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 4 มอบหมายความรับผิดชอบ ให้ผู้เรียนจัดลำดับความสำคัญของประเด็นการเรียนรู้ และให้ผู้เรียนมอบหมายงานให้ศึกษาเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มจะต้องตอบคำถามในใบกิจกรรมจากสื่ออินโฟกราฟิกที่แต่ละกลุ่มได้รับในขั้นที่ 3 โดยผู้เรียนจะค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ หนังสือ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงานผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลได้จากการศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด รวมทั้งกำหนดประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและส่งให้ผู้สอน นำเสนอในชั้นเรียน ผู้สอนและผู้เรียนทุกคนร่วมกันประเมินผลงาน

โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยได้ออกแบบวิธีการดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

แบบแผนในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ The One – Group Pretest – Posttest Design ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการวิจัยดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
T ₁	X	T ₂

เมื่อ

T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน
X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก
T ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ราชบุรี เขต 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 76 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 มีนักเรียนจำนวน 38 คน โรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษา ราชบุรี เขต 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เนื่องจากโรงเรียน จัดห้องเรียนโดยความสามารถ

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การนำเสนอข้อมูล
2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3. ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับ สื่ออินโฟกราฟิก จำนวน 5 แผน รวม 10 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การนำเสนอข้อมูล จำนวน 25 ข้อ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีการให้คะแนนเป็น 0 และ 1 คือ ตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน
2. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ แบบอัตนัย
3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมุกุทิศ)

1.2 ศึกษาเอกสาร แนวคิด และวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

1.3 ศึกษาเอกสาร แนวคิด เกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก จำนวน 5 แผน จำนวนทั้งหมด 10 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการนำเสนอข้อมูล โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	เรื่อง	แผนที่	จำนวนชั่วโมง
ค 3.1 เข้าใจ กระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติ ในการแก้ปัญหา ป.4/1 ใช้ข้อมูลจาก แผนภูมิแท่ง ตาราง สองทางในการหา คำตอบของโจทย์ ปัญหา	แผนภูมิแท่ง	แผนที่ 1 การอ่านแผนภูมิ แท่งและโจทย์ ปัญหา	2
		แผนที่ 2 การเขียนแผนภูมิ แท่งและโจทย์ ปัญหา	2
	แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ	แผนที่ 3 การอ่านแผนภูมิ แท่งเปรียบเทียบ และโจทย์ปัญหา	2
		แผนที่ 4 การเขียนแผนภูมิ แท่งเปรียบเทียบ และโจทย์ปัญหา	2
	ตารางสองทาง	แผนที่ 5 การอ่านตารางสอง ทางและโจทย์ ปัญหา	2
รวม			10

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอน และปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 ท่าน และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา 1 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาและความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับรายการประเมิน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับรายการประเมิน

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับรายการประเมิน

ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Object Congruence: IOC) ระหว่างรายการประเมินและหัวข้อแผน ในด้านความถูกต้องทางภาษา ความเป็นไปได้ของกระบวนการจัดกิจกรรม เวลาในการจัดกิจกรรม สื่ออินโฟกราฟิก แหล่งการเรียนรู้ วิธีวัดและประเมินผล ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน พบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ในทุกด้านของทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ (รายละเอียดตามภาคผนวก ข)

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ โดยใช้วิธีการสุ่มแผนจำนวน 2 แผน ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 จำนวน 38 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมอทิศ) ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบลำดับขั้นในการจัดการเรียนรู้ คุณภาพและความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ เช่น เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้ เวลาในการทำกิจกรรม สื่อการวัดและประเมินผล พบว่า การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 ฉบับ รวม 4 ชั่วโมง ในด้านลำดับขั้นการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้นผู้สอนและผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางไว้ได้อย่างสมบูรณ์ การดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นมีความต่อเนื่อง ด้านความเหมาะสมของสื่ออินโฟกราฟิกกับเนื้อหา มีความยากง่ายของภาษาเหมาะสม การใช้สื่ออินโฟกราฟิกทำให้ช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี คำสั่งในแบบฝึกหัดชัดเจน ด้านความเข้าใจ ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมในเรื่องการเก็บรวบรวมข้อมูลทำให้ง่ายต่อการจัดการเรียนการสอน ด้านระยะเวลา พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนใช้เวลาที่เหมาะสมพอดี

1.8 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกและนำไปใช้จัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยดำเนินการสร้าง และหาคุณภาพของแบบทดสอบตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำเสนอ ข้อมูล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมุกุฑิ) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ความคิดรวบยอด และจุดประสงค์การเรียนรู้ในเรื่องที่จะสร้างแบบทดสอบ

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด และจำนวนโดยประมาณของ แบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล

มาตรฐานการ เรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม				รวม
		ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
ค 3.1 เข้าใจ กระบวนการ ทางสถิติ และใช้ ความรู้ทางสถิติ ในการแก้ปัญหา ป.4/1 ใช้ข้อมูล จากแผนภูมิแท่ง ตารางสองทาง ในการหา คำตอบของ โจทย์ปัญหา	1. นักเรียนสามารถบอก ลักษณะของแผนภูมิแท่งได้	1				1
	2. นักเรียนสามารถเรียงลำดับ ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิ แท่งได้		1			1
	3. นักเรียนสามารถอ่าน แผนภูมิแท่งได้		3			3
	4. นักเรียนสามารถเขียน แผนภูมิแท่งได้			1		1
	5. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับแผนภูมิแท่ง ได้			2		2
	6. นักเรียนสามารถบอก ลักษณะของแผนภูมิแท่ง เปรียบเทียบได้	1				1

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด และจำนวนโดยประมาณของแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม				รวม
		ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา ป.4/1 ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง ตารางสองทางในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา	7. นักเรียนสามารถอ่านแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบได้		2			2
	8. นักเรียนสามารถเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบได้		1			1
	9. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบได้			3	2	5
	10. นักเรียนสามารถอ่านตารางสองทางได้		3			3
	11. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับตารางสองทางได้			4	1	5
	รวม	2	10	10	3	25

2.3 ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบ จากหนังสือการสร้างและศึกษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เทคนิคการเขียนข้อสอบ และศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการจริง จำนวน 25 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำหรือตรวจสอบข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 ท่าน และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา 1 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง จุดประสงค์การเรียนรู้และข้อคำถามมีความสอดคล้องและความเหมาะสม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าจุดประสงค์การเรียนรู้และข้อคำถามมีความสอดคล้องและความเหมาะสม

-1 หมายถึง จุดประสงค์การเรียนรู้และข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องและความเหมาะสม

เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน รวมถึงความครอบคลุมของคำถาม โดยพิจารณาจากดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Object Congruence: IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ พบว่า แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC จำนวน 1.00 จำนวน 45 ข้อ และ .67 จำนวน 5 ข้อ ซึ่งทุกข้อผ่านเกณฑ์ .50 (รายละเอียดตามภาคผนวก ข) อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญไม่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม จึงนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล ไปทดลองใช้ต่อไป

2.7 นำแบบสอบที่ได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบแล้ว จำนวน 50 ข้อ นำไปทดลองสอบ (Tryout) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 2 จำนวน 34 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมอฑิต) อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 25 ข้อ โดยแบบสอบฉบับนี้มีค่าความยากง่ายระหว่าง .24 - .79 ค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง .27 - .78 จากนั้นนำไปคำนวณค่าความเที่ยง (Reliability) ด้วยสูตร Kuder-Richardson (KR 20) ได้ค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .824 (รายละเอียดตามภาคผนวก ข)

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำเสนอข้อมูลไปใช้เก็บรวบรวมผลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 ศึกษาเนื้อเรื่อง การนำเสนอข้อมูล จากหนังสือเรียนและคู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

3.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริงจำนวน 3 ข้อ แบ่งเป็น เรื่องแผนภูมิแท่ง 1 ข้อ แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ 1 ข้อ และตารางสองทาง 1 ข้อ

3.4 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ ที่มาจากการศึกษาและสังเคราะห์งานวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 15 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความและอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องเหมาะสมทุกตำแหน่ง
3 (ดี)	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความ และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (ไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง)
2 (พอใช้)	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความ และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องบางส่วน อย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้แต่ไม่ชัดเจน (ไม่ถูกต้อง 2 ตำแหน่ง)
1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่เขียนหรือเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความ และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องบางส่วน มีความถูกต้องต่ำกว่าครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้แต่ไม่ชัดเจน (ไม่ถูกต้อง 3 ตำแหน่งขึ้นไป)
2. ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ทั้งหมด โดยพิจารณาจาก 5 ประเด็น ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1. การใช้ภาษาสื่อความหมาย 2. การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 3. การใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ 4. ลำดับขั้นตอน 5. ความถูกต้องของคำตอบ

ตารางที่ 15 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

2. ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดี)	ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องเกือบทั้งหมด (แสดงขั้นตอนได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ประเด็นจาก 5 ประเด็น)
2 (พอใช้)	ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุปคำตอบได้ถูกต้องอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้ (แสดงขั้นตอนได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ประเด็นจาก 5 ประเด็น)
1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่ใช้หรือใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้ (แสดงขั้นตอนได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 ประเด็นจาก 5 ประเด็น)
3. ด้านการนำเสนอ	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	การนำเสนอแผนภูมิแท่ง มีความชัดเจนสมบูรณ์ แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และมีรายละเอียดครบถ้วน ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - ชื่อแผนภูมิ - เส้นแสดงจำนวน - เส้นแสดงรายการ - รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แสดงจำนวนของแต่ละรายการ - รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปต้องมีความกว้างเท่ากัน เริ่มต้นจากระดับเดียวกันที่ 0 ในกรณีเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ จะต้องระบายสีหรือแรเงาในแท่งสี่เหลี่ยมให้ต่างกัน เพื่อแสดงว่าแท่งใดเป็นของกลุ่มใด และระบุข้อมูลไว้ด้านข้างของแผนภูมิ
3 (ดี)	การนำเสนอแผนภูมิแท่ง มีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์ แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และมีรายละเอียดครบถ้วนเกือบทั้งหมด (ไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง)

ตารางที่ 15 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

3. ด้านการนำเสนอ	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
2 (พอใช้)	การนำเสนอแผนภูมิแท่ง มีความชัดเจนในบางส่วน แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน และมีรายละเอียดครบถ้วนเกือบทั้งหมด (ไม่ถูกต้อง 2 ตำแหน่ง)
1 (ต้องปรับปรุง)	การนำเสนอเพื่อแปลความหมายของแผนภูมิแท่ง ไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด) แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจนบางประเด็น และยังขาดรายละเอียดในบางประเด็น (ไม่ถูกต้อง 3 ตำแหน่งขึ้นไป)
ในกรณีของตารางสองทางจะใช้เกณฑ์สำหรับด้านการนำเสนอข้อมูลดังนี้	
3. ด้านการนำเสนอ	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางให้สมบูรณ์และสามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้องทั้งหมดทุกตำแหน่ง
3 (ดี)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางให้สมบูรณ์และสามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (ไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง)
2 (พอใช้)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางให้สมบูรณ์และสามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้องบางส่วน (ไม่ถูกต้อง 2 ตำแหน่ง)
1 (ต้องปรับปรุง)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางไม่สมบูรณ์และไม่สามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง (ไม่ถูกต้อง 3 ตำแหน่งขึ้นไป)

3.5 นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จำนวน 1 ฉบับ และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 ท่าน และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา 1 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องตรงตามมาตรฐานและตัวชี้วัดหรือเกณฑ์การประเมิน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องตรงตามมาตรฐานและตัวชี้วัดหรือเกณฑ์การประเมิน

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องตรงตามมาตรฐานและตัวชี้วัดหรือเกณฑ์การประเมิน

จากนั้นนำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อไปหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและค่าดัชนีความสอดคล้อง และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ พบว่า แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC อยู่ระหว่าง .67 – 1.00 (รายละเอียดตามภาคผนวก ข) นำข้อเสนอแนะที่ได้ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ต่อไป

3.6 นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 2 จำนวน 34 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมอฑูต) อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 – .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552) โดยผู้วิจัยคัดเลือกแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 3 ข้อ จาก 6 ข้อ พบว่า แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .59 - .68 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .28 - .33 เมื่อพิจารณาความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงเท่ากับ .749 (รายละเอียดตามภาคผนวก ข)

3.7 นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

4. ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

4.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด เกี่ยวกับแบบสอบถามความพึงพอใจ

4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ให้ครอบคลุมใน 3 ประเด็น จำนวน 14 ข้อ

4.2.1 ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ

4.2.2 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ

4.2.3 ด้านประโยชน์ที่ได้รับ จำนวน 4 ข้อ

4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำหรือตรวจสอบข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางภาษา และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำมาหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Object Congruence: IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกรายการประเมิน (รายละเอียดตามภาคผนวก ข) มีความเหมาะสมในการนำไปใช้

4.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ไปใช้เก็บรวบรวมผลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายระดับความพึงพอใจ 5 ระดับดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.50 – 5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	0.50 – 1.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2 จำนวน 38 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ไปถึงผู้อำนวยการโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือ

2. ทำการทดสอบก่อนเรียน (pretest) โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการนำเสนอข้อมูล และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน รวม 2 ฉบับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบสอบปรนัย และแบบสอบอัตนัย ตามลำดับ แล้วบันทึกผลคะแนนเก็บไว้เปรียบเทียบกับคะแนนหลังเรียน (posttest)

3. ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง โดยทดลอง จำนวน 5 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมระยะเวลา 10 ชั่วโมง โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและนำเสนอปัญหา ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหา เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสื่ออินโฟกราฟิก เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ในรูปแบบของสื่ออินโฟกราฟิกแล้วนั้น ผู้เรียนจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจปัญหาสถานการณ์ ผู้เรียนสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ได้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 กำหนดกรอบการศึกษา ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนมอบใบกิจกรรมให้ผู้เรียนโดยแบ่ง ผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มจะได้สื่ออินโฟกราฟิกในหัวข้อเดียวกัน ซึ่งแตกต่าง จากขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ผู้เรียนอภิปรายภายในกลุ่ม ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสร้างประเด็นการเรียนรู้ ในระหว่างการอภิปรายภายในกลุ่ม ประเด็นการเรียนรู้เป็นการระบุนว่า สิ่งใดที่พวกเขาารู้และสิ่งใดที่ยัง ไม่รู้ คำถามอะไรที่ควรไปหาความรู้มาเพิ่มเติม เพื่อหาคำตอบลงในใบกิจกรรม ภายในกลุ่มจะช่วยกัน สังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่าเพียงพอที่ใช้แก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มายังไม่เพียงพอกลุ่มต้อง ร่วมกันเพิ่มเติมความรู้และกำหนดแผนการเรียนรู้ใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 4 มอบหมายความรับผิดชอบ ให้ผู้เรียนจัดลำดับความสำคัญของแต่ละประเด็น การเรียนรู้และให้ผู้เรียนมอบหมายงานให้ศึกษาเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มจะต้องตอบคำถามในใบกิจกรรม จากสื่ออินโฟกราฟิกที่แต่ละกลุ่มได้รับในขั้นที่ 3 โดยผู้เรียนจะค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ หนังสือ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงานผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลได้จากการศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด รวมทั้งกำหนด ประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและส่งให้ผู้สอน นำเสนอในชั้นเรียน ผู้สอนและผู้เรียนทุกคนร่วมกันประเมินผลงาน

4. เมื่อเรียนเนื้อหาจบทำการทดสอบหลังเรียน (posttest) โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการนำเสนอข้อมูล และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน รวม 2 ฉบับ แล้วบันทึกคะแนนเพื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียน

5. ให้ผู้เรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. เปรียบเทียบผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการนำเสนอข้อมูล ก่อนและหลัง ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test dependent)

2. เปรียบเทียบผลการทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ก่อนและ หลัง ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test dependent)

3. วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน โดยหาค่าเฉลี่ย (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 คือ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก วิเคราะห์ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test dependent) ดังนี้

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนทดลองพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.00 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.73 เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนเฉลี่ย ด้วยสถิติทดสอบที พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โดยมีรายละเอียดในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	M	SD	t-test	Sig
ก่อนจัดการเรียนรู้	38	25	8.55	3.00	-20.058 *	.000
หลังจัดการเรียนรู้	38	25	16.66	3.73		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 คือ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก วิเคราะห์ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test dependent) ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำแนกรายด้าน ดังนี้

การศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนทดลอง พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.79 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.61 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.92 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.35 เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้วยสถิติทดสอบที พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

การศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก จำแนกรายด้าน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จำแนกรายด้าน ดังนี้ ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.71 หลังการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.86 ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ก่อนการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.51 หลังการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.98 และด้านการนำเสนอ ก่อนการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.47 หลังการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.09 เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จำแนกรายด้าน ด้วยสถิติทดสอบที พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกด้าน รายละเอียดดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	M	SD	t-test	Sig
1. ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	ก่อน	38	12	4.29	1.71	-17.962*	.000
	หลัง	38	12	9.05	1.86		
2. ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	ก่อน	38	12	3.95	1.51	-15.317*	.000
	หลัง	38	12	8.84	1.98		
3. ด้านการนำเสนอ	ก่อน	38	12	3.55	1.47	-15.153*	.000
	หลัง	38	12	9.03	2.09		
ภาพรวม	ก่อน	38	36	11.79	3.61	-21.914*	.000
	หลัง	38	36	26.92	5.35		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3 คือ เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 14 ข้อ โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.54$, $SD = 0.31$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน โดยนักเรียนมีความพึงพอใจมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และด้านประโยชน์ที่ได้รับ ($M = 4.59$, $SD = 0.34$) รองลงมาคือ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ($M = 4.54$, $SD = 0.34$) ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 18 ดังนี้

ตารางที่ 18 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

รายการประเมิน	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับความพึงพอใจ
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้	4.54	0.34	มากที่สุด
1. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.61	0.60	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่องานตนเอง	4.76	0.43	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	4.63	0.54	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	4.24	0.94	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้น	4.47	0.73	มาก

ตารางที่ 18 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก (ต่อ)

รายการประเมิน	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.59	0.34	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.29	0.93	มาก
7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ภาษา สัญลักษณ์ แนวคิดและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์	4.61	0.89	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนกล้าคิดกล้าตอบ	4.42	0.72	มาก
9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถอธิบายและสรุปวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	4.55	0.72	มากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น	4.68	0.57	มากที่สุด
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.59	0.34	มากที่สุด
11. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.53	0.56	มากที่สุด
12. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้	4.66	0.58	มากที่สุด
13. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	4.55	0.69	มากที่สุด
14. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์	4.61	0.68	มากที่สุด
รวม	4.54	0.31	มากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 76 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 ของโรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต) มีนักเรียนจำนวน 38 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เนื่องจากโรงเรียนจัดห้องเรียนโดยละความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก เรื่อง การนำเสนอข้อมูล ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ในทุกด้านของทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .24 - .79 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง .27 - .78 และมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ .824 3) แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การนำเสนอข้อมูล มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .59 - .68 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .28 - .33 เมื่อพิจารณาความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงเท่ากับ .749 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 14 ข้อ ค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกรายการประเมิน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก พบว่า

2.1 คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกสูงกว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

2.2 คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ในทุกด้าน

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ใน ระดับมากที่สุด ($M = 4.54$, $SD = 0.31$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

อภิปรายผล

ประเด็นสำคัญสำหรับการอภิปรายผลมีดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน มากขึ้น มีความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จนสามารถ หาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลผลการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีปัญหาที่เป็น ตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่มีความ ซับซ้อนและเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ได้สูงขึ้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการใช้ ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งซึ่งใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ใหม่

และได้ใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ในการแก้ไขปัญหา ในการได้ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนทางการเรียนและคอยอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน (วิชเนีย ทศตะ, 2547) เช่นเดียวกับที่ วิชา เล่าเรียนดี (2548) และ Howard (1999) ได้กล่าวเพิ่มเติมไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเพื่อเป็นการกระตุ้น จูงใจ เร้าความสนใจ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งการเลือกใช้สื่อการสอนที่มีความเหมาะสม สามารถช่วยกระตุ้นการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน ซึ่งสื่อการเรียนการสอน ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง จึงจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องมีสื่อที่ครบถ้วนสมบูรณ์สำหรับใช้ในการค้นคว้า เช่น หนังสือ สถิติ โสตทัศน ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นต้น โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) และผู้ชี้แนะ (guide) (กุลยา ตันติผลาชีวะ, 2548: 78; ทิศนา แคมมณี, 2550: 137-138; มัณฑรา ธรรมบุศย์, 2545: 13; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2550: 2-3) ดังนั้นการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้และให้ผลดี การเลือกสื่อการสอนจึงมีความสำคัญ ด้วยเหตุนี้ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้อินโฟกราฟิกมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากอินโฟกราฟิกนั้นประกอบด้วย ส่วนที่เป็นภาพและส่วนที่เป็นข้อความ เป็นการมาบรรจบกันระหว่างภาษาเขียนและภาษาภาพ การนำเอาภาพและเนื้อหาข้อมูลมารวมกันเพื่อสื่อสาร หรือสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย อินโฟกราฟิกจึงมีศักยภาพมากที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เกิดความเข้าใจไม่ต้องใช้เวลามาก และช่วยจดจำสิ่งที่นำเสนอได้ง่ายกว่าการสื่อสารด้วยข้อความเพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้สร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ด้วยประสิทธิภาพการสื่อสารที่มีอยู่ในอินโฟกราฟิก ซึ่งความสำเร็จในการเรียนรู้นั้นย่อมสัมพันธ์กับความชัดเจนและความเข้าใจที่ได้รับจากการสื่อสารผ่านผู้สอน อินโฟกราฟิกจึงเป็นหัวใจสำคัญที่จะช่วยให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพและสามารถจุดประกายให้ผู้อ่านอินโฟกราฟิกเข้าใจเนื้อหาข้อมูลได้อย่างลึกซึ้งดังเช่นที่ วิจิต สุรัตน์เรืองชัย (2550) กล่าวว่า อินโฟกราฟิกเป็นศาสตร์และศิลป์แห่งการสื่อสาร เป็นการนำข้อมูลที่มีความซับซ้อนมาจัดกระทำให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้นโดยใช้ภาพกราฟิกที่สวยงามเป็นตัวช่วย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ศุภผล ตาเทพ (2556) พบว่าการนำเสนอผลงานด้านศิลปะของเด็กช่วยกระตุ้นกระบวนการคิด การถ่ายทอดความคิดออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ดังนั้นผู้เรียนจึงเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการเรียนด้วยอินโฟกราฟิก เมื่อผู้เรียนเกิดความคิดที่หลากหลายขึ้นจากการเรียน การรับฟังแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น ก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้และถ่ายโอนความคิด มีความคิดริเริ่มจากการซักถาม พุดคุย และสร้างสรรค์ชี้ให้เห็นได้ว่าการนำอินโฟกราฟิกมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนนับว่าเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการเรียนรู้ อินโฟกราฟิกช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยพัฒนาระบบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ช่วยสร้างปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมดึงดูดผู้เรียนให้รักที่จะเรียนรู้และทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องง่ายและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยได้นำทั้งสองแนวคิดมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก ได้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและนำเสนอปัญหา ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 3 กำหนดกรอบการศึกษา ขั้นที่ 4 มอบหมาย ความรับผิดชอบ และขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้นำอินโฟกราฟิกมาใช้ในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหา ฝึกการวิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) โดยปกติเนื้อหาส่วนใหญ่ของคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นนามธรรม ดังนั้นศิลปะการสอนต่าง ๆ เช่น การใช้คำถามที่น่าตื่นเต้น น่าสนใจ การใช้วิธีการให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตนเอง การทำคณิตศาสตร์ให้มีชีวิตชีวา การใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม จึงมีความสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียน ส่องค์ความรู้ใหม่ การเริ่มหรือจบบทเรียนที่น่าตื่นเต้น น่าสนใจต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นศิลปะการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถไปสู่เป้าหมายได้ ในทำนองเดียวกัน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ และมีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ให้บรรลุตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เกวลิน ชัยณรงค์ (2554), บุญเลิศ จันต๊ะพาบ (2550) และไวพจน์ จำรักษา (2540) ได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องตรงกันว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ ค้นคว้า โดยผู้สอนจะต้องจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและเกิดการเรียนรู้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอปัญหามานสื่ออินโฟกราฟิกโดยเลือกประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ เช่น การสื่อสารในสมัยก่อนถึงปัจจุบัน สถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดกรุงเทพมหานครและจังหวัดราชบุรี เป็นต้น โดยใช้เทคนิคการใช้ปัญหาที่เป็นสิ่งจูงใจให้ผู้เรียนคิด ใช้เทคนิคการใช้คำถาม เทคนิคกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดเพื่อหาคำตอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา กิมเท็ง (2553), วันดี ต่อเพ็ง (2553) และณัฐพร ขำสุวรรณ (2556) ที่ได้จัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์แล้วพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนได้ฝึกการอ่านเพื่อคิดวิเคราะห์มากขึ้นและได้คิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้อ่านสอดคล้องกับอุบลวรรณ ปัญนะ (2560) ใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคห้องเรียนกลับด้าน เรื่องบทประยุกต์ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับห้องเรียนกลับด้านนี้ เป็นการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้สอนใช้ปัญหากระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ในขณะที่ วิชชุดา วิศวะวิลาวัณย์ (2558) ใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อ

ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลการวิจัยของ วิไล โปธิ์ชื่น (2555) ได้ศึกษาผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก จากผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกด้าน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างความรู้ เชื่อมโยงจากข้อมูลเดิมกับข้อมูลใหม่ขึ้นอยู่กับผู้เรียนจะทำการอย่างไรกับข้อมูลเหล่านั้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยที่ผู้เรียนจะต้องมีความสนใจเหมือนดังว่าได้เข้าไปอยู่ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และใช้ความรู้ที่มีในการแก้ปัญหา ซึ่งความรู้เดิมจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่ การเรียนรู้จะแกร่งกล้าเมื่อผู้เรียนมีทักษะในการกำกับตนเอง มีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ว่าจะทำอะไร เลือกรูปวิธีว่าจะทำอย่างไร และจะต้องมีการประเมินผลว่าบรรลุจุดมุ่งหมายจากการเรียนรู้หรือไม่ การสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้เป็นตัวนำไปให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนรู้ โดยผู้สอนรวบรวมความคิดเห็นของผู้เรียนและแนะนำให้ผู้เรียนตั้งคำถาม นำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา รูปแบบการเรียนที่เป็นไปตามสภาพแวดล้อมทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาจริง ปัจจัยทางสังคมจึงมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน นั่นคือการทำงานเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นำไปสู่ทางเลือกที่หลากหลายในการแก้ปัญหา การจัดกิจกรรมในชั้นเรียนที่ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมโดยการซักถามทั้งกับครูและเพื่อน เพื่อให้อธิบายความคิดและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้ฟัง ทำให้ผู้เรียนได้อธิบายและพิจารณาตัดสินคำตอบที่นำเสนอ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Gijselears, 1996, อ้างถึงใน วาสนา ภูมิ, 2555; Torp & Sage, 1998: 14, อ้างถึงใน ญรัฐพร ขำสุวรรณ, 2556) รวมถึงการใช้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสื่ออินโฟกราฟิก เมื่อนำอินโฟกราฟิกไปใช้ใน

กระบวนการเรียนการสอนก็สามารถช่วยสื่อสารอธิบายสร้างความเข้าใจ ความน่าสนใจและการจดจำ เนื้อหาสำคัญที่นำเสนอได้ดีและนำไปสู่การเรียนรู้ที่ดีกว่าการสื่อสารอธิบายด้วยข้อมูลเพียงอย่างเดียว จึงอาจกล่าวได้ว่า การสื่อสารผ่านภาพและข้อความในรูปแบบอินโฟกราฟิกช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีกว่า อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยสร้างความพึงพอใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้อีกยิ่งขึ้นโดยเน้นที่ความพึงพอใจเมื่อใช้สื่อประกอบการสอนเพราะสื่ออินโฟกราฟิกได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสมด้วยภาพและข้อความที่ตอบสนองพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนส่วนใหญ่ที่เรียนรู้ได้ดีจากการสื่อสารผ่านการมองเห็น รวมทั้งสื่อที่มองเห็นได้ก็จัดเป็นส่วนประกอบสำคัญของการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพด้วยเช่นกัน (Lankow, Ritchie & Crooks, 2012, อ้างถึงใน พัทธรา วาณิชชิติน, 2558) การนำอินโฟกราฟิกมาปรับใช้เป็นเครื่องมือจัดการเรียนการสอน นับว่าเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการเรียนรู้หากสนับสนุนให้อินโฟกราฟิกเข้ามามีบทบาทสำคัญมากขึ้น ในการศึกษาจะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและตอบสนองพฤติกรรมการเรียนรู้การมองเห็นได้ดีกว่า ผู้สอนควรเพิ่มบทบาทของอินโฟกราฟิกเพื่อนำมาใช้เป็นสื่อประกอบบทเรียนหรือสื่อประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อช่วยสร้างปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมดึงดูดผู้เรียนให้รักที่จะเรียนรู้และทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องง่ายและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ดังเช่นที่ พัทธรา วาณิชชิติน (2558) ได้ทำการศึกษาเรื่องศักยภาพของอินโฟกราฟิก (Infographic) ในการเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้ ผลการใช้อินโฟกราฟิกเป็นเครื่องมือสื่อสาร พบว่าร้อยละ 94.99 ของกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าอินโฟกราฟิกช่วยเพิ่มความน่าสนใจ ความเข้าใจและการจดจำให้มากยิ่งขึ้น และมีมิติที่สองคือ การใช้อินโฟกราฟิกเป็นสื่อการเรียนรู้สร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ผ่านการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพด้วยความชัดเจนและความเข้าใจบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการ และพบว่า อินโฟกราฟิกช่วยสร้างความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดด้วยค่าเฉลี่ย 4.82 อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงบทบาทสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพเมื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารและสื่อการเรียนรู้ดังนี้ 1) การเพิ่มบทบาทให้กับอินโฟกราฟิกในการสร้างปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ 2) การปรับบทบาทผู้สอนให้จัดการเรียนการสอนเชิงรุก วางแผนกำหนดเนื้อหา มุ่งเน้นเฉพาะเนื้อหาสำคัญ เลือกวิธีการและออกแบบอินโฟกราฟิกที่ช่วยให้การเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ 3) การเปลี่ยนบทบาทผู้เรียนให้มีปฏิสัมพันธ์และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น ซึ่งบทบาทเหล่านี้จะช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี รวมทั้งช่วยให้เรียนรู้เนื้อหาที่จำเป็น และแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง อันนำไปสู่การเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้ในที่สุด ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนครั้งนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจปัญหาสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาต่อไป การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และฝึกฝนทักษะกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์อื่น ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในครั้งนี้นำผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการนำเสนอข้อมูล ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและนำเสนอปัญหา ผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหา เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสื่ออินโฟกราฟิก ผู้สอนใช้ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เน้นปัญหาที่กระตุ้นต่อการเรียนรู้ ผู้สอนเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริง Edens (2000: 55-56) กล่าวว่า ปัญหาที่ดีจะต้องมีลักษณะเด่นสำคัญ ๆ หลากหลาย ปัญหาจะต้องดึงดูดใจให้ผู้เรียนอยากค้นหาคำตอบ ท้าทายให้ผู้เรียนมีการให้เหตุผลและแสดงออกถึงทักษะการคิด ปัญหาที่เป็นไปได้ต้องเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นจริง ผู้สอนจะต้องใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Zhang (2002: 30-31, อ้างถึงใน ชูรายา สัสติวงศ์, 2555) ได้กล่าวถึงลักษณะของการใช้ปัญหาเพื่อให้เกิดทักษะต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ได้มาจากการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากที่สุด ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ยาก มีความซับซ้อน ไม่ชัดเจน เป็นปัญหาปลายเปิด ที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด ทำความเข้าใจปัญหา และค้นคว้าหาความรู้มาเพื่อแก้ปัญหานั้น ในการจัดการเรียนการสอนผู้สอนพูดคุยกับผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา ผู้สอนให้ผู้เรียนสังเกตสื่ออินโฟกราฟิกที่ตนเองได้รับ ให้ผู้เรียนร่วมกันบอกส่วนประกอบของแผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และตารางสองทางว่ามีอะไรบ้าง ผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนสื่อสารเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูล เช่น แผนภูมิแท่งมีลักษณะอย่างไร แผนภูมิแท่งและแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบแตกต่างกันอย่างไร สอดรับกับแนวคิดของ Mumme and Shepherd (1993) กล่าวว่า การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมการทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน กล่าวคือ การแสดงออกทางความคิด การเข้าร่วมอภิปรายการฟังผู้เรียนคนอื่น ๆ จะช่วยให้มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้ง การฟังความคิดของคนอื่นจะเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจคณิตศาสตร์ของคนอื่นที่มีความคิดที่แตกต่างกันในสถานการณ์เดียวกัน ผู้เรียนจะสามารถสร้างความเข้าใจบนพื้นฐานของประสบการณ์ตรงและส่งเสริมการสร้างความรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในสิ่งที่ผู้เรียนคิด อีกทั้งผู้สอนยังได้ทำการเสริมต่อการเรียนรู้โดยการใช้คำถามสร้างความสนใจจากการที่ผู้เรียนได้บอกเล่า และให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในสถานการณ์หรือปัญหาที่ผู้สอนได้นำมาเป็นโจทย์ปัญหา ทำให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสื่ออินโฟกราฟิกแล้วนั้น ผู้เรียนจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจปัญหาสถานการณ์ ผู้เรียนสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัปัญหาให้ได้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยที่ผู้สอนตั้งคำถามจากใบงาน สอบถามความเข้าใจของผู้เรียนว่าผู้เรียนจะหาคำตอบได้อย่างไร

ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้อันเป็นเครื่องมือที่นำไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้จากสื่ออินโฟกราฟิก ผู้สอนใช้เวลา 20 นาที โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามโดยการเขียนตอบลงในใบงาน และนำเสนอผลที่ได้จากการทำใบงาน จากขั้นตอนนี้ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และด้านการนำเสนอ การอ่านและเขียนแผนภูมิแท่ง การอ่านตารางสองทาง เพื่อนำมาหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ในรูปแบบของการแสดงวิธีทำ ผู้สอนเฉลยใบงาน ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปองค์ประกอบของเรื่องที่เรียนเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด ชี้แนะจุดสำคัญในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนเห็นเพื่อจะได้ทำให้ผู้เรียนได้เขียนแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ การดำเนินการดังกล่าวสอดคล้องกับกรมวิชาการ (2545: 197-199) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยมีแนวทางในการดำเนินการคือ การกำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การฝึกทักษะกระบวนการนี้ต้องทำอย่างต่อเนื่องและสอดแทรกในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีการแก้ปัญหายังไง จะใช้ภาพตารางหรือกราฟใดช่วยในการสื่อความหมาย สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 59) ที่กล่าวว่า การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอเป็นทักษะ/กระบวนการที่สำคัญ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดหรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย การเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย กว้างขวางและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย

ขั้นที่ 3 กำหนดกรอบการศึกษา ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนมอบใบกิจกรรมให้ผู้เรียนโดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มจะได้สื่ออินโฟกราฟิกในหัวข้อเดียวกัน ซึ่งแตกต่างจากขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ผู้เรียนอภิปรายภายในกลุ่ม ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสร้างประเด็นการเรียนรู้ ในระหว่างการอภิปรายภายในกลุ่ม ประเด็นการเรียนรู้เป็นการระบุมว่า สิ่งใดที่พวกเขาู้และสิ่งใดที่ยังไม่รู้ คำถามอะไรที่ควรไปหาความรู้มาเพิ่มเติม เพื่อหาคำตอบลงในใบกิจกรรม ภายในกลุ่มจะช่วยกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่าเพียงพอที่ใช้แก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มายังไม่เพียงพอกลุ่มต้องร่วมกันเพิ่มเติมความรู้และกำหนดแผนการเรียนรู้ใหม่อีกครั้ง โดยขั้นนี้ผู้เรียนได้ฝึกการแสดงความคิดเห็น ร่วมกันอภิปรายและเขียนแสดงแนวคิดร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ

Huinker and Laughlin (1996: 81) ที่ว่าการคิดและการพูดเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะนำไปสู่การเขียนของผู้เรียน สำหรับผู้เรียนส่วนใหญ่การพูดเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติแต่ไม่ใช่สำหรับการเขียน ถ้านักเรียนสามารถพูดอธิบายเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ให้สัมพันธ์กับประสบการณ์ของตนเองได้นั้น พวกเขาจะสามารถเขียนอธิบายความคิดนั้นได้ และตรงกับแนวคิดของ Rowan and Morrow (1993: 9-11, อ้างถึงใน พรรรถทิพา พรหมรักษ์, 2552) ที่ได้กล่าวว่า “การเรียนที่เน้นการอธิบายในกลุ่ม เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดในกลุ่มเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารโดยตรง”

ขั้นที่ 4 มอบหมายความรับผิดชอบ ให้ผู้เรียนจัดลำดับความสำคัญของประเด็นการเรียนและให้ผู้เรียนมอบหมายงานให้ศึกษาเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มจะต้องตอบคำถามในใบกิจกรรมจากสื่ออินโฟกราฟิกที่แต่ละกลุ่มได้รับในขั้นที่ 3 โดยผู้เรียนจะค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้หนังสือ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ผู้สอนให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบตามแผนการที่ได้วางไว้ในขั้นตอนนี้จะส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้านตามที่ได้กำหนดไว้ คือ ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการเขียนแสดงสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ถามและประโยคสัญลักษณ์ ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในการเขียนแสดงวิธีคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และด้านการนำเสนอ ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของแผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และตารางสองทาง ในรูปแบบของการเขียนแสดงวิธีทำ ใบกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม สอดคล้องกับ Mierson and Parikh (2000, อ้างถึงใน นราลักษณ์ ผ่องปัญญา, 2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดเห็นของครูและนักเรียน เกี่ยวกับการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยวิธีการสังเกตและสัมภาษณ์ครูและนักเรียนที่ใช้การเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนและครูเห็นว่า เป็นวิธีการเรียนที่ทำให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจริง แต่นักเรียนไม่มีข้อมูลเพียงพอต่อการแก้ปัญหา จึงเป็นการกระตุ้นให้ตั้งคำถาม แยกแยะในสิ่งที่ต้องการรู้ เป็นวิธีการเรียนที่นักเรียนได้ประยุกต์เนื้อหาวิชาพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต การสื่อสารและการทำงานเป็นทีม

ขั้นที่ 5 สรุปร นำเสนอ และประเมินผลงานผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลได้จากการศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด รวมทั้งกำหนดประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ได้จากการอธิบายร่วมกันภายในกลุ่มและส่งให้ผู้สอนนำเสนอในชั้นเรียน โดยผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอผลงาน และวิธีการแก้ปัญหาซึ่งแสดงถึงความรู้และความสามารถในการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะด้านการสื่อสารจากการออกมาพูดนำเสนอวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มของตนเอง สอดคล้องกับ Kennedy and Tipps (1994: 181) กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีความหมาย เป็นภาษาเฉพาะ รัตกุม สามารถสื่อสารและนำมาประยุกต์กับ

ชีวิตประจำวันและมีบทบาทในการเรียนการสอน คือ เป็นตัวเชื่อมระหว่างความคิดนามธรรมกับรูปธรรม โดยใช้รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ ตัวอักษร กล่าวได้ว่าการสื่อสารช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในความคิดและเกิดความเข้าใจลึกซึ้งยิ่งขึ้น ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา ผู้สอนคอยให้คำอธิบายเพิ่มเติมสนับสนุนการคิดของผู้เรียนและดูความถูกต้องในการแก้ปัญหาของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ผู้สอนและผู้เรียนทุกคนร่วมกันประเมินผลงาน หลักการดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Senne-Dibble (1995: 387-A, อ้างถึงใน สุดารัตน์ ภิรมย์ราช, 2555) ได้ศึกษาวิเคราะห์เทคนิคการประเมินเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยคำพูดกับการเขียนของนักเรียนเกรด 4 โดยสุ่มนักเรียนมา 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มอภิปราย 1 กลุ่ม เป็นกลุ่มเขียนบันทึก 1 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับการสอนเรื่องเรขาคณิตเหมือนกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเกรด 4 มีความเข้าใจในการใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ดี เมื่อเขาคิดเขาก็พูดได้ 84% ของนักเรียนกลุ่มอภิปราย และ 42% ของนักเรียนในกลุ่มเขียน สามารถสื่อสารความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของตนได้เหมาะสมเมื่อนักเรียนได้รับการประเมินความสามารถในการสื่อสารความเข้าใจในคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า 25% ของกลุ่มเขียนสื่อสารได้เข้าใจ และ 75% ของกลุ่มอภิปรายสื่อความเข้าใจได้ตามความคิดของตนเอง

เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก โดยการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนนั้น จะช่วยฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดการอธิบายแสดงแนวคิด โดยใช้ความรู้มาประกอบอย่างสมเหตุสมผล โดยได้มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และมีการนำเสนอข้อมูลจากการเขียนอธิบายลงในใบกิจกรรมหรือจากการตอบคำถามของผู้สอน รวมทั้งได้มีการพัฒนาลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก จะมีพัฒนาการด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นตามลำดับ เห็นได้จากผลการวิจัยของ Johanning (2000: 151-160, อ้างถึงใน ฉัญพิมล จันทร์นุ้ม, 2558: 119) ที่พบว่าการเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้เด็กนักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการสื่อสารความคิดของตนเองลงบนกระดาษแล้วถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น และการเขียนยังช่วยทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้น ซึ่งบรรยากาศการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนอ่าน เขียน และอภิปราย จะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเต็มที่จากการคิด การเขียน และการมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พรรณทิภา ทองนวล (2554) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยแต่ละกิจกรรมได้จัดให้มีการใช้ตัวแทนแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ ทั้งแผนภาพ กราฟ และสัญลักษณ์ในการแก้ปัญหา ร่วมกับการใช้คำถามของครู ส่งผลให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากข้อมูลดังกล่าว เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และด้านการนำเสนอ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกด้าน หากพิจารณารายด้านโดยการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการด้วยวิธีวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (Relative Gain Score) (ศิริชัย กาญจนาวาสี, 2556) โดยเรียงจากด้านที่ผู้เรียนมีพัฒนาการมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ดังนี้ ด้านการนำเสนอ มีคะแนนร้อยละของพัฒนาการเท่ากับ 64.85 ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนร้อยละของพัฒนาการเท่ากับ 61.74 และด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนร้อยละของพัฒนาการเท่ากับ 60.75 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก สามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นในทุกด้าน แต่เนื่องจากด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผู้เรียนมีคะแนนร้อยละของพัฒนาการเท่ากับ 60.75 ซึ่งเป็นด้านที่ผู้เรียนมีพัฒนาการน้อยที่สุด ซึ่งให้เห็นว่าด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ยังเป็นด้านที่ควรมีการพัฒนาเพิ่มเติมในเรื่องของการแสดงวิธีคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนในรูปแบบของการแสดงวิธีทำ ผู้เรียนควรใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการเขียนอธิบายแสดงวิธีคิดและอธิบายสรุปคำตอบ ด้วยเหตุนี้ผู้สอนควรให้ความสำคัญในด้านนี้ โดยการสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ภาษาในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงออกมาโดยการเขียนได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน

3. จากผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้เรียนเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้ และทักษะ เน้นการจัดการประสบการณ์เรียนรู้ที่ได้จากการสืบค้น สืบค้น ค้นหา ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน วิธีการจัดการเรียนการสอน มีลักษณะดึงดูดผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งปัญหานั้นจะต้องเป็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ นำไปสู่การค้นคว้า หาคำตอบ หรือทำให้ปัญหานั้นชัดเจนจนมองเห็นแนวทางแก้ไข ผู้เรียนมีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหาและพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ร่วมในการแก้ปัญหา ผสมผสานความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ผู้สอนจึงเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก

เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์ (Torp & Sage, 1998, อ้างถึงใน ญัฐพร ขำสุวรรณ, 2556; Watson & Glaser, 1964, อ้างถึงใน ญัฐพร ขำสุวรรณ, 2556; ทิศนา แคมมณี, 2554: 137-138; วัชรา เล่าเรียนดี, 2553: 107) ประกอบกับเมื่อนำอินโฟกราฟิกมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน สื่ออินโฟกราฟิกจัดเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการเพิ่มคุณภาพในการเรียนรู้ได้ดีเมื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารโดยเน้นพื้นฐานสำคัญ 3 ประการของการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพในด้านความน่าสนใจ ความเข้าใจและการจดจำ ซึ่งเมื่อนำอินโฟกราฟิกไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนก็สามารถช่วยสื่อสารอธิบายสร้างความเข้าใจ ความน่าสนใจและการจดจำเนื้อหาสำคัญที่นำเสนอได้ดีและนำไปสู่การเรียนรู้ที่ดีกว่าการสื่อสารอธิบายด้วยข้อมูลเพียงอย่างเดียว จึงอาจกล่าวได้ว่า การสื่อสารผ่านภาพ และข้อความในรูปแบบอินโฟกราฟิกช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่า อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยสร้างความพึงพอใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้มากยิ่งขึ้นโดยเน้นที่ความพึงพอใจเมื่อใช้สื่อประกอบการสอนเพราะสื่ออินโฟกราฟิกได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสม ด้วยภาพและข้อความที่ตอบสนองพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนส่วนใหญ่ที่เรียนรู้ได้ดีจากการสื่อสารผ่านการมองเห็น รวมทั้งสื่อที่มองเห็นได้ก็จัดเป็นส่วนประกอบสำคัญของการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพด้วยเช่นกัน (lankow, Ritchie & Crooks, 2012, อ้างถึงใน พัทธรา วาณิชชิติน, 2558) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม มีความรับผิดชอบต่องาน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ ส่งผลให้ผู้เรียนได้ฝึกการเป็นผู้นำ ผู้ตาม และผู้ฟังที่ดี มีเหตุผล มียอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถอธิบายและสรุปวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น เกิดทักษะในการสื่อสารและสัมพันธภาพที่ดีในการทำงานกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาและมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ดียิ่งขึ้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

ผลการวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาชิตา บุรีพันธ์ (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก โดยมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานร่วมกันเป็นอันดับแรก ได้วางแผนทำงานร่วมกัน ทำให้เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์มากขึ้น มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน มีอิสระในการคิดค้นหาคำตอบ เนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ทำให้กล้าแสดงออก ปัญหาที่น่าสนใจ อยากค้นหาคำตอบและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ตามลำดับ

ผลการวิจัยดังกล่าวเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ วิล โพรซ์เซ็น (2555) ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยมากต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยมากในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ รองลงมา คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ตามลำดับ สอดคล้องกับแนวคิดของ Mierson and Parikh (2000: 22, อ้างถึงใน สุภามาส เทียนทอง, 2553) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนได้ลงมือศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย นักเรียนเรียนรู้อย่างสนุกสนาน ไม่เครียด ได้เรียนรู้เป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม ฝึกการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การเลือกปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนต้องเป็นปัญหาที่น่าสนใจเหมาะสมกับวัย และเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย การจัดกิจกรรมในลักษณะนี้ ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญกับการกำหนดปัญหาที่ใช้เป็นฐานเป็นอย่างยิ่ง ทุกปัญหาที่ใช้เป็นฐานจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความสามารถเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างครบถ้วน ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ที่ต้องการ และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหายิ่งขึ้น

1.2 ถึงแม้ผลการวิจัยจะพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกสามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้สูงขึ้น แต่เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นด้านที่มีพัฒนาการน้อยที่สุด ด้วยเหตุนี้ ผู้สอนต้องให้ความสำคัญในด้านนี้ โดยการสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ภาษาในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงออกมาโดยการเขียนได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์วัดผลผ่านการเขียน ถึงแม้จะมีกิจกรรมที่ฝึกให้ผู้เรียนสื่อสารโดยการพูดแต่ยังไม่มีการวัดผลทางด้านนี้ ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรจะมีการวัดผลความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านการพูด เพื่อแสดงถึงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมด้วย

รายการอ้างอิง

- Baroody, A. J. (1993). *Problem Solving Reasoning and Communication K-8*. Helping Children Think Mathematically. New York: Macmillan.
- Bicknell, B. (1999). Language and mathematics. In F. Biddulph, & K. Carr, (eds.), *SAME Papers 1999* (pp. 203-224). Hamilton, NZ: Centre for Science, Mathematics, and Technology Research, University of Waikato.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Eric Digest. Washington D.C.: Eric Clearinghouse on Higher Education.
- Cambridge International Examination. (2016). *Evaluation of the Thai Secondary Curriculum for Mathematics and Science*. Unpublished document.
- Davidson, R. (2014). *Using infographics in the science classroom*. The Science Teacher, 81(3), 34.
- Delisle, R. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in Classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dona, W. M. (2010). *The Wall Street Journal, Guide to Information Graphics*. New York: W. W. Norton & Company, Inc.
- Duch, B. (1995). Problem-based learning in physics: The power of students teaching students. *About teaching*, 47(January), 6-7.
- Edens, K. M. (2000). *Preparing Problem Solver for the 21st Century Through Problem-Based Learning*. College Teaching, 55-60.
- Eric. (2015). *Understanding Infographics: A Look Static, Interactive, and Motion Design*. Retrieved from <http://killerinfographics.com/understanding-infographics-a-look-at-static-interactive-and-motion-design.html>
- Faulkne, D. R. (1999). A Comparison of Worked-Examples and Problem-Based Learning on The Achievement and Retention of Middle School Science Student Teams. *Dissertation Abstracts International*, 60-05A, 298.
- Gijseleers, W. H. (1996). Connecting Problem-Based Practices with Educational Theory. In L. Wilkerson, & W. H. Gijseleers, (eds.). *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice*. San Francisco: Jossey-Bass.

- Howard, J. B. (1999). Using a social studies theme to conceptualize a problem. *The Social Studies*, 90(July-August), 171-176.
- Huinker, D., & Laughlin, C. (1996): Talk your way into writing. In P. Elliott, & M. Kenny, (eds.) *Communication in mathematics, K-12 and beyond* (pp. 81-88). Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Illinois Mathematics and Science and Academy. (2001). *Introduction to Problem Based Learning*. Retrieved from <http://pbln.imsa.edu/model/intro/index.html>
- Infographics Lab 203. (2012). *Infographics Process*. Retrieved from <http://visual.ly/infographics-process>
- Johanning. (2000). An analysis of Writing and post writing group collaboration in middle school pre – algebra. *School Science and Mathematics*, 100(3), 151-160.
- Kennedy, L. M., & Tipps, S. (1994). *Guiding Children' Learning of Mathematics 1994* (7th ed). Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
- Krauss, J. (2012). Infographics: More than words can say. *Learning & Leading with Technology*, 39(5), 10-14
- Krum, R. (2013). *Cool Infographics: Effective Communication with Data Visualization and Design*. New York: John Wiley & Sons.
- Lankow, J., Ritchie, J., & Crooks, R. (2014). *Infographics: The power of visual storytelling*. New York: John Wiley & Sons.
- Lewis, M., Graves, I., & Sanchez, L. (2006). *Enhancing mathematical discourse in elementary classroom*. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1150196>
- Matrix, S. (2012). *Course Outline 2012: Film 260 Digital Media Theory & Trend*. Retrieved from <http://FILM260.com>
- Mierson, S., & Parikh, A. A. (2000). Stories from the Field, Problem-Based Learning from a Teacher's and a Student's Perspective. *Stories from the Field*, 32(1), 20-27.
- Mumme, J., & Shepherd, N. (1993). *Communication in Mathematics. In Implementing the K – 8 Curriculum and Evaluation Standards*. The National Council of Teachers of Mathematics.
- Partnership for 21st Century Skills. (2016, November 11). *P21 common core toolkit: A guide to aligning the common core state standards with the framework for 21st*

- century skills*. Retrieved from <http://www.p21.org/storage/documents/P21CommonCoreToolkit.pdf>
- Pretage, S. (2002). *Aspects of Secondary Mathematics: Perspectives on Practice*. London: Routledge Falmer.
- Reys, R. E., & others. (2001). *Helping Children Learn Mathematics* (6th ed). New York: John Wiley & Sons.
- Rowan, T. E., & Morrow, L. J. (1993) *Implementing K-8 Curriculum and Evaluation Standard*. Arithmetic Teacher. Virginia: NCTM.
- Schrock, K. (2014). *Infographics as creative assessment*. Retrieved from <http://www.schrockguide.net/infographics-as-an-assessment.html>
- Senne-Dibble, C. M. (1995). *An analysis of an authentic assessment technique: Comparing the spoken and written teacher*. Virginia: NCTM.
- Serenelli, F., Ruggeri, E., Mangiatordi, A., & Ferri, P. (2011). *Applying Multimedia Learning Theort in Primary School-An Experimental Study about learning Setting using Digital Science Contents*. Paper presented at the European Conference on e-Learning ECEL-2011.
- Shannon, C., & Weaver, W. (1969). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, IL: The University of Illinois Press.
- Smicklas, M. (2012). *The power of infographics: Using pictures to communicate and connect with your audiences*. Que Publishing.
- The National Council of Teacher of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematic*. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- The National Council of Teacher of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. United states of America: Inc.
- Thuber, W. A. (1976). *Teaching Science in Today's Secondary Schools*. Boston: Allyn and Bacon.
- Torp, & Sage. (1998). *Problems as Possibilities: Problem-based Learning for K-12 Education*. Va: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tufte, E. R. (2007). *The visual Display of Quantitative information* (2nd ed.). U.S.A: Graphic Press LLC.

- Watson, G., & Gaser, E. M. (1964). *Watson Gaser Critical Thinking Appraisal Manual*. New York: Harcourt, Brace and World.
- Wolf, K. (2009). *Developing and Deeper Understanding of Fractions through Communication*. Retrieved from <https://proquest.umi.com>
- Zhang Xiuping. *The China Papers*. [Online]. 1 (October 2002): 30-36. Retrieved from <http://science.uniserve.edu.au/pubs/china/vol>
- กรมวิชาการ. (2544). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือการจัดการสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2548). การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน. ใน *สารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 34*, หน้า 77-80. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เกวลิน ชัยณรงค์. (2554). *การศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*.
- ขจร พีรกิจ. (2557). *Absolute Infographic มุมมองใหม่ เข้าใจสื่อ*. เอกสารประกอบคำบรรยาย. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. อาคารนครชุม.
- จิตติมา ขอบเอียด. (2551). *การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทการศึกษามหาบัณฑิต)*.
- ชานนท์ จันทร์. (2549). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน: PBL กระบวนการสร้างนักแก้ปัญหา. *นิตยสาร MYMATH*, 2(10), 47-50.
- ชินกฤต อุดมลาภไพศาล. (2557). *การสื่อสารเชิงอินโฟกราฟิกในข่าวหนังสือพิมพ์ธุรกิจ*. Paper presented at the การประชุมระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- ชูรายา สัสดีวงศ์. (2555). *การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวความคิดใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต)*.

- ณัฐพร ขำสุวรรณ. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผล โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต).
- ทองจันทร์ หงส์ดารมภ์. (2537). ทักษะการแก้ปัญหากับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก. กรุงเทพฯ: หน่วยแพทยศาสตรศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชญพิมล จันทน์นุ้ม. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับการพัฒนาความคิดของเด็กที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- ชญรัฐช นันท์ชนก. (2559). INFOGRAPHIC Design ฉบับ Quick Start + Easy Workshop + Make Money. กรุงเทพฯ: วิตตี้กรุ๊ป.
- นภสร เรือนโรจน์รุ่ง. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- นราลักษณ์ ผ่องปัญญา. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านกระบวนการกลุ่มเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- บุญเลิศ จันดีนุพาบ. (2550). การศึกษาสภาพและแนวทางพัฒนาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา แขวงสะพานนະเขต สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- ปภัสชญูา เสมา. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการร่วมมือแบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- ปรียา สมพิช. (2559). การจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนด้วยกรณีศึกษา. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 11(2), 260-270.

- พรพิมล รอดเคราะห์. (2558). การวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต).
- พรรณทิพา พรหมรักษ์. (2552). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวางนัยทั่วไป เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- พรรณทิภา ทองนวล. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- พัชรา วาณิชวสิน. (2558). ศักยภาพของอินโฟกราฟิก (Infographic) ในการเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้. วารสารปัญญาวิวัฒน์, 7(ฉบับพิเศษ), 227-240.
- พีระศักดิ์ ทองหน้าศาล. ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก (โพธิ์เบญจมฤต). (18 มกราคม 2562), สัมภาษณ์.
- เพาพงา วังเวช. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการรู้คิดร่วมกับ Four Corners and a Diamond Graphic Organizers ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- ภรทิพย์ ภาคภูมิ. (2560). แนวทางการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- ภาชิตา บุรีพันธ์. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- ภาณุพงษ์ ปุณฺณมาโนชญ์. (2558). ผลของการใช้วิธีสอนแบบอุปนัยบนเว็บโดยใช้อินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีแบบการคิดต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- มันตรา ธรรมบุศย์. (2545). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). วารสารวิชาการ, 5(2), 11-17.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). วิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 9). นครปฐม: ศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- วรกมล วงศธรบุญรัตน์. (2557). การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือของ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต).
- วัชรภา เล่าเรียนดี. (2548). เทคนิคการจัดการเรียนการสอนและการนิเทศ. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรภา เล่าเรียนดี. (2548). เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรภา เล่าเรียนดี. (2553). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 7). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วันดี ต่อเพ็ญ. (2553). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (สารนิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต).
- วาสนา กิมเท็ง. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต).
- วาสนา ภูมิ. (2555). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต).
- วิชชุดา วิทววิลาวัลย์. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง “ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์”. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 30(3), 110-119.
- วิชัญ ทศศะ. (2547). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนด้วยวิธีสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักและวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต).
- วิจิต สุรัตน์เรืองชัย. (2550). การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา. วารสารหลักสูตรและการสอน, 1(1), 52-57.

- วิไล โปธิ์ชื่น. (2555). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต).
- วิไลภรณ์ ศรีไพศาล. (2559). ทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่ายด้วย Infographics. เอกสารความรู้ สดร. ฉบับ
ที่ 3/ปีงบประมาณ 2559: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.
- ไวพจน์ จำรักษา. (2540). ปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2533)
สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครพนม. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต).
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการประเมิน (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเพ็ญ ภู่มหิทธิโย. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้เครื่องมือทางปัญญา
ร่วมกับกระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิกส์เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ทางทักษะและการสร้างสรรค์
สำหรับนักศึกษาศิลปศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต).
- ศุภผล ตาเทพ. (2556). การพัฒนาเกมการสอนแบบซินเนติกส์บนเว็บผ่านแท็บเล็ตเพื่อส่งเสริม
ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2543). มาตรฐานการเรียนรู้และสาระ
การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: หน่วยการพิมพ์
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ: หน่วยการพิมพ์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่
ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: 3-คิ้ว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
(พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: บริษัท 3-คิ้ว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: หน่วยการพิมพ์ สถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนรู้ของครู และบุคลากรทางการศึกษา สำนักมาตรฐานและพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *แนวทางการพัฒนาการวัดและประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *คู่มือประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุดาพร ศรีพรหมมา. (2557). *การสร้างชุดสื่อฝึกอบรมโดยใช้อินโฟกราฟิกเพื่อให้ความรู้ เรื่อง ลดภาวะโรคอ้วนและปัจจัยเสี่ยงด้วยหลัก 6 อ. ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสงคราม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต).
- สุดารัตน์ ภิรมย์ราช. (2555). *ผลของการใช้เทคนิค Think-Talk-Write ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- สุนทร สมบัติธีระ. (2555). *การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง จำนวนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลซิปปา*. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 35(3), 80-86.
- สุภาภรณ์ ใจสุข. (2555). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต).
- สุภามาส เทียนทอง. (2553). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต).
- หทัยรัตน์ ยศแผ่น. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).

- อนุรักษ์ เร่งรัด. (2557). การพัฒนาแบบฝึกทักษะ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต).
- อริสรา ชมชื่น. (2550). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร และการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต).
- อัมพร ม้าคอง. (2546). คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2547). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ แสงรัมย์. (2543). ผลของการเรียนแบบปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- อุบลวรรณ ปัญนะ. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคห้องเรียนกลับทาง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ, 10(2), 218-233.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

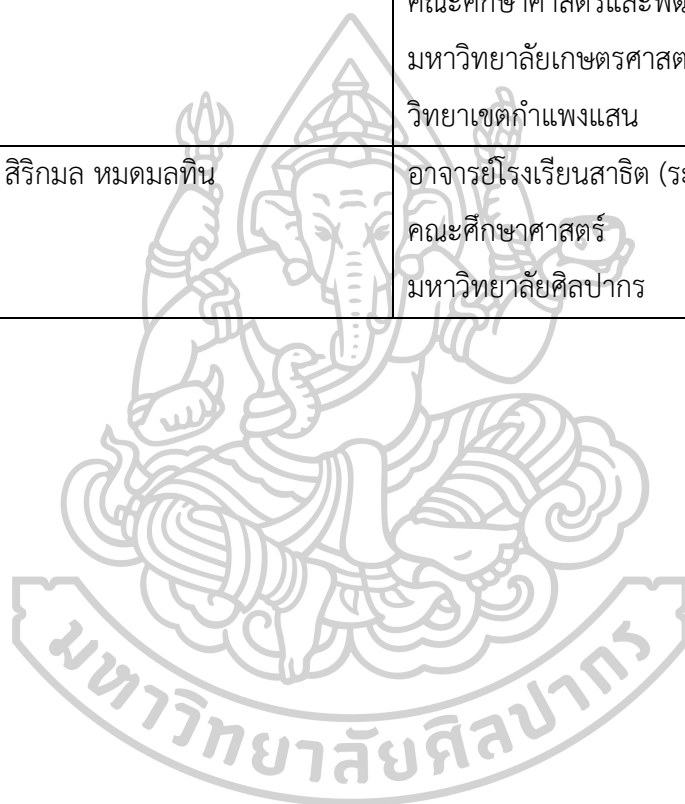
หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

หนังสือขอทดลองเครื่องมือวิจัย

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญ	สถานที่ทำงาน
รองศาสตราจารย์ ดร. ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม	อาจารย์ประจำภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
อาจารย์ ดร. กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล	อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
อาจารย์ ดร. สิริกมล หมดมลทิน	อาจารย์โรงเรียนสาธิต (ระดับประถมศึกษา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร





บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.034-218790

ที่ อว 8606(นส)/๑๘๑๐

วันที่ 19 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม

ด้วย นางสาวปัทสรา แจ่มใส รหัสประจำตัว 59263308 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อธกมาส มากจู้)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว 8606 (พษ)/๑๘๑๑



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

19 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล

ด้วย นางสาวปัทมา แจ่มใส รหัสประจำตัว 59263308 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัด
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อริทมาส มากจู้ย)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่ อว 8606 (บศ.) ๑๘๙๑

โทร.034-218790

วันที่ 19 ธันวาคม 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ศิริกมล หมดมลทิน

ด้วย นางสาวปัทสรา แจ่มใส รหัสประจำตัว 59263308 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อริกมาส มากจู)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว 8606 (๙๕) / 43
ค.ค.



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

3 มกราคม 2563

เรื่อง ขอตกลงเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก

ด้วย นางสาวปัทมรา แจ่มใส รหัสประจำตัว 59263308 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลของการจัด
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 " มีความประสงค์จะขอตกลงเครื่องมือวิจัยกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 1 ห้องเรียน ในโรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้นักศึกษา
ดังกล่าวได้ทดลองเครื่องมือวิจัยด้วย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร. อธิกมาส มากजू)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร. 034-218790

ที่ อว 8606 (๙๔) / 282



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

13 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนชุมชนวัดใหญ่โพหัก

ด้วย นางสาวปัทสรา แจ่มใส รหัสประจำตัว 59263308 นักศึกษาระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 " มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดแจ้ง ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่ศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร. อธิกมาส มากจุ้ย)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น
ฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก จำนวน 5 แผน

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้					สรุปผล
	1	2	3	4	5	
1. สาระสำคัญ						
1.1 ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
1.2 ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
1.3 ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับความถูกต้องของภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระสำคัญ	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
2.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
3. สาระการเรียนรู้						
3.1 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
3.2 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับระดับผู้เรียน	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
3.3 ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก 5 ชั้น	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4.2 ชั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและนำเสนอปัญหา	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4.3 ชั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4.4 ชั้นที่ 3 กำหนดกรอบการศึกษา	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4.5 ชั้นที่ 4 มอบหมายความรับผิดชอบ	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
4.6 ชั้นที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน	1	1	1	1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น
ฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก จำนวน 5 แผน (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้					สรุปผล
	1	2	3	4	5	
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้						
5.1 ความสอดคล้องของสื่อ/แหล่งการเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
5.2 ความสอดคล้องของสื่ออินโฟกราฟิกกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
5.3 ความเหมาะสมของสื่ออินโฟกราฟิกกับเนื้อหา	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
5.4 ความเหมาะสมขององค์ประกอบ รูปแบบการนำเสนอ ข้อมูลภาพในสื่ออินโฟกราฟิก	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
6. การวัดและประเมินผล						
6.1 ความสอดคล้องของการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
6.2 ความสอดคล้องของการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	สอดคล้อง
6.3 ความสอดคล้องของการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้กับเครื่องมือวัดที่เหมาะสม	1	1	1	1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการนำเสนอข้อมูล

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
2	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
3	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
4	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
5	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
6	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
7	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
8	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
9	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
10	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
11	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
12	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
13	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
14	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
15	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
16	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
17	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
18	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
19	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
20	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
21	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
22	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
23	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
24	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
25	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
26	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
27	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการนำเสนอข้อมูล (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
28	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
29	1	1	0	2	0.67	ผ่านเกณฑ์
30	1	1	0	2	0.67	ผ่านเกณฑ์
31	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
32	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
33	1	1	0	2	0.67	ผ่านเกณฑ์
34	1	1	0	2	0.67	ผ่านเกณฑ์
35	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
36	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
37	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
38	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
39	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
40	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
41	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
42	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
43	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
44	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
45	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
46	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
47	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
48	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์
49	1	1	0	2	0.67	ผ่านเกณฑ์
50	1	1	1	3	1.00	ผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 21 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล	
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
1	1.1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	1.2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	2.1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2.2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	3.1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3.2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	4.1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	4.2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	5.1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	5.2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6	6.1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	6.2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
ด้านการนำเสนอ (แผนภูมิแท่งและแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ด้านการนำเสนอ (ตารางสองทาง)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 23 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การนำเสนอข้อมูล

ข้อ	IOC	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	ผลการคัดเลือก
1	1.00	.62	.46	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
2	1.00	.56	.16	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
3	1.00	.62	.47	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
4	1.00	.62	.16	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
5	1.00	.74	.36	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
6	1.00	.82	.33	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
7	1.00	.79	.44	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
8	1.00	.94	.22	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
9	1.00	.68	.57	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
10	1.00	.76	.12	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
11	1.00	.76	.24	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
12	1.00	.74	.78	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
13	1.00	.62	.36	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
14	1.00	.82	.67	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
15	1.00	.47	.48	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
16	1.00	.71	.57	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
17	1.00	.26	-.03	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
18	1.00	.47	.37	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
19	1.00	.74	.13	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
20	1.00	.50	.28	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
21	1.00	.82	.34	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
22	1.00	.65	.34	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
23	1.00	.41	.69	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
24	1.00	.76	.23	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
25	1.00	.71	.46	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
26	1.00	.88	.33	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
27	1.00	.62	.46	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
28	1.00	.68	.57	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้

ตารางที่ 23 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การนำเสนอข้อมูล (ต่อ)

ข้อ	IOC	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	ผลการคัดเลือก
29	0.67	.50	.14	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
30	0.67	.35	.08	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
31	1.00	.65	.57	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
32	1.00	.29	.08	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
33	0.67	.38	.49	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
34	0.67	.35	.59	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
35	1.00	.76	.13	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
36	1.00	.68	.34	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
37	1.00	.62	.24	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
38	1.00	.29	.39	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
39	1.00	.56	.69	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
40	1.00	.59	.24	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
41	1.00	.41	.69	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
42	1.00	.44	.59	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
43	1.00	.68	.56	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
44	1.00	.32	.50	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
45	1.00	.50	.58	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
46	1.00	.62	.46	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
47	1.00	.47	.27	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
48	1.00	.29	.17	ไม่ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
49	0.67	.24	.40	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
50	1.00	.24	.49	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้

ตารางที่ 24 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	สรุปผล
1	0.72	0.10	ตัดทิ้ง
2	0.59	0.28	เลือกใช้
3	0.68	0.33	เลือกใช้
4	0.58	0.21	ตัดทิ้ง
5	0.58	0.25	ตัดทิ้ง
6	0.64	0.31	เลือกใช้

ตารางที่ 25 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้						
1. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่องานเอง	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ภาษา สัญลักษณ์ แนวคิดและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนกล้าคิดกล้าตอบ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 25 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถอธิบายและสรุปวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
10. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหา มากขึ้น	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ						
11. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
13. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
14. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง





ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการนำเสนอข้อมูล
โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก
2. แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการนำเสนอข้อมูล
3. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องการนำเสนอข้อมูล
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 การนำเสนอข้อมูล	เรื่อง การอ่านแผนภูมิแท่งและโจทย์ปัญหา
วิชา คณิตศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ รหัสวิชา 14101
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562
เวลา 2 ชั่วโมง	ผู้สอน นางสาวปัทสรา แจ่มใส

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ค 3.1 ป.4/1 ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง ตารางสองทางในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

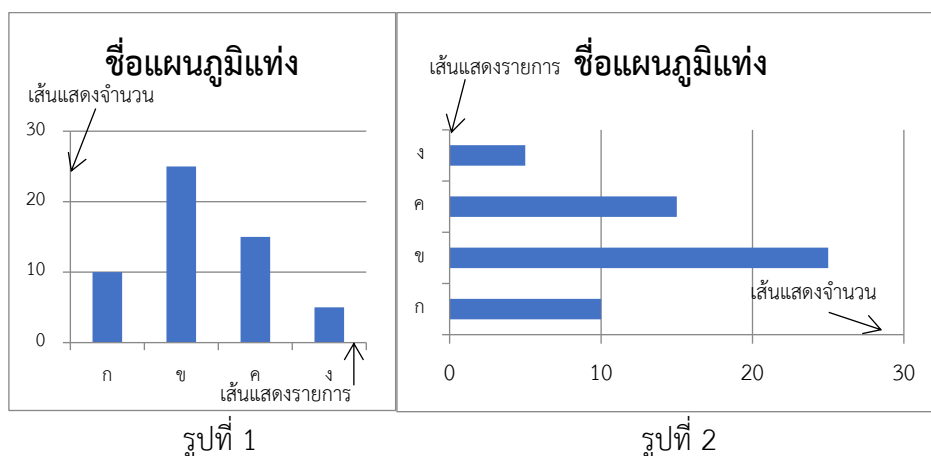
แผนภูมิแท่ง เป็นการใช้แท่งสี่เหลี่ยมมุมฉากแสดงจำนวนของสิ่งของต่าง ๆ โดยให้ความสูงหรือความยาวของแต่ละแท่งแสดงจำนวนแต่ละรายการ แท่งสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละแท่งมีความกว้างเท่ากัน และเริ่มต้นเขียนจากระดับเดียวกัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งได้ (K)
- 2) นักเรียนสามารถอ่านแผนภูมิแท่งได้ (P)
- 3) นักเรียนสามารถหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ (P)
- 4) นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของแผนภูมิแท่งได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

แผนภูมิที่ใช้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแสดงข้อมูล เรียกว่าแผนภูมิแท่ง การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่งอาจนำเสนอได้ทั้งในแนวตั้ง (ดังรูปที่ 1) และแนวนอน (ดังรูปที่ 2)



แผนภูมิแท่งประกอบด้วย ชื่อแผนภูมิและตัวแผนภูมิ ตัวแผนภูมิประกอบด้วย เส้นแสดงจำนวน เส้นแสดงรายการ และรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แสดงจำนวนของแต่ละรายการ ซึ่งรูปสี่เหลี่ยม มุมฉากแต่ละรูปต้องมีความกว้างเท่ากัน เริ่มต้นจากระดับเดียวกันที่ 0 และระยะห่างระหว่างสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปควรเท่ากัน

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร	1. มีวินัย
2. ความสามารถในการคิด	2. ใฝ่เรียนรู้
3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบของแผนภูมิแท่ง	- ประเด็นคำถาม	- คำถาม	นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งได้ถูกต้องร้อยละ 80
6.2 นักเรียนสามารถอ่านแผนภูมิแท่งได้	- ตอบคำถามในใบงานที่ 12.1 - ตอบคำถามในใบงานที่ 12.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 12.1 - ใบงานที่ 12.2 - แบบฝึกหัด	นักเรียนสามารถทำความเข้าใจความรู้ได้ถูกต้องร้อยละ 80 นักเรียนสามารถตอบคำถามในใบงานที่ 12.1 และ 12.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80 นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องร้อยละ 80
6.3 นักเรียนสามารถหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	- ตอบคำถามในใบงานที่ 12.1 - ตอบคำถามในใบงานที่ 12.2 - ตรวจแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 12.1 - ใบงานที่ 12.2 - แบบฝึกหัด	นักเรียนสามารถหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาพร้อมตอบคำถามในใบงานที่ 12.1 และ 12.2 ได้ถูกต้องร้อยละ 80

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.4 คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	- ประเมินพฤติกรรม รายบุคคล	- แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	นักเรียนสามารถทำ แบบฝึกหัดได้ถูกต้อง ร้อยละ 80 นักเรียนผ่านเกณฑ์ ระดับ ผ่านขึ้นไป

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบงานที่ 12.1 เรื่อง สื่อสังคมออนไลน์และชุมชนออนไลน์
2. ใบงานที่ 12.2 เรื่อง เวลาในการใช้อินเทอร์เน็ตของกลุ่มคนในชุมชนแห่งหนึ่ง
3. แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ ป.4 หน้า 86-88

8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและนำเสนอปัญหา โดยจัดกิจกรรมต่อไปนี้

1.1 ผู้สอนพูดคุยเกี่ยวกับการสื่อสารในสมัยก่อน เช่น ม้าเร็ว นกพิราบ เขียนจดหมาย เป็นต้น และให้ผู้เรียนยกตัวอย่างการสื่อสารในปัจจุบันเพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจ ให้ผู้เรียนได้รู้เกี่ยวกับการสื่อสารในสมัยก่อนและการสื่อสารในปัจจุบัน ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้แก่ผู้เรียนโดยใช้สื่ออินโฟกราฟิก

การสื่อสารในสมัยก่อน ถึงยุคปัจจุบัน

ม้าเร็ว
มนุษย์และสัตว์เป็นสื่อกลางในการสื่อสาร

ภาพบนผนังถ้ำ
เป็นการสื่อสารของคนสมัยโบราณ

วังผลัด
กลุ่มบุคคลส่งข้อมูลต่อไปเรื่อยๆ

นกพิราบ
การสื่อสารโดยใช้สัตว์เป็นสื่อกลาง

โทรศัพท์
รับและส่งข้อมูลในรูปแบบภาพและเสียง

ช่องทางสื่อสารของคณะในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์

จากการสำรวจช่องทางสื่อสารต่างๆ ในยุคปัจจุบันของคณะในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์ พบข้อมูลดังนี้

- LINE
- Facebook
- Messenger
- Twitter
- Instagram
- Pantip

จำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ต (คน)

ช่องทางสื่อสาร	จำนวนผู้ใช้ (คน)
LINE	120
Facebook	140
Messenger	100
Twitter	60
Instagram	80
Pantip	80

1.2 ผู้เรียนแต่ละคนได้รับอินโฟกราฟิกที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับช่องทางการสื่อสารของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์

1.3 ผู้สอนให้ผู้เรียนสังเกตสื่ออินโฟกราฟิกที่ตนเองได้รับ ให้ผู้เรียนร่วมกันบอกส่วนประกอบของแผนภูมิแท่งว่ามีอะไรบ้าง (ชื่อแผนภูมิ ตัวแผนภูมิ เส้นแสดงจำนวน และเส้นแสดงข้อมูลแต่ละรายการ) ผู้สอนใช้คำถามเพื่อให้ผู้เรียนสื่อสารเกี่ยวกับแผนภูมิแท่ง เช่น แผนภูมิแท่งมีลักษณะอย่างไร (แนวคำตอบ เป็นแผนภูมิที่ใช้สีเหลี่ยมมุมฉากในการแสดงข้อมูล เริ่มจากระดับเดียวกัน มีระยะห่างเท่ากัน) จากสื่ออินโฟกราฟิกที่ผู้เรียนได้รับการสื่อสารประเภทใดได้รับความนิยมมากที่สุด (แนวคำตอบ Facebook)

1.4 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปส่วนประกอบของแผนภูมิแท่ง

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา

2.1 ผู้สอนตั้งคำถามจากใบงาน 12.1 สอบถามความเข้าใจของเรียนว่าผู้เรียนจะหาคำตอบได้อย่างไร

2.2 ให้ผู้เรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้อันเป็นเครื่องมือที่นำไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (1) การอ่านแผนภูมิแท่ง (2) การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

2.3 จากสื่ออินโฟกราฟิกที่กำหนดให้ ผู้สอนใช้เวลา 20 นาที โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามต่อไปนี้โดยการเขียนตอบลงในใบงานที่ 12.1 เรื่อง ช่องทางการสื่อสารของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์

2.4 สุ่มผู้เรียนเสนอผลจากการทำใบงานที่ 12.1 (ผู้เรียนจะมีคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้สอนยังไม่เฉลย)

2.5 ผู้สอนเฉลยใบงานที่ 12.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งว่ามีอะไรบ้าง และสรุปเกี่ยวกับการอ่านแผนภูมิแท่ง

ชั่วโมงที่ 2

ผู้สอนทบทวนส่วนประกอบของแผนภูมิแท่งว่ามีอะไรบ้าง และทบทวนการอ่านแผนภูมิแท่ง

ขั้นที่ 3 กำหนดกรอบการศึกษา

3.1 ผู้สอนมอบใบงานที่ 12.2 ให้ผู้เรียนโดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มจะได้สื่ออินโฟกราฟิกในหัวข้อเดียวกัน เรื่อง เวลาในการใช้อินเทอร์เน็ตของกลุ่มคนในชุมชนแห่งหนึ่ง



3.2 ผู้เรียนอภิปรายภายในกลุ่มร่วมกันสังเกตว่าข้อมูลมีอะไรบ้าง สิ่งใดที่รู้และสิ่งใดที่ยังไม่รู้ ข้อมูลที่ได้รับเพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอภายในกลุ่มจะหาคำตอบได้อย่างไร

ขั้นที่ 4 มอบหมายความรับผิดชอบ

4.1 ผู้เรียนจัดลำดับความสำคัญของประเด็นการเรียนรู้และให้ผู้เรียนมอบหมายงานให้ศึกษาเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มจะต้องตอบคำถามในใบงานที่ 12.2 จากสื่ออินโฟกราฟิกที่แต่ละกลุ่มได้รับ ถ้าข้อไหนผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้ให้ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้เลย หากมีข้อที่ทำไม่ได้ให้ผู้เรียนวางแผนในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

4.2 ผู้เรียนวางแผนในการแก้ปัญหาจากหนังสือ โดยสำรวจข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

ขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน

5.1 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลได้จากการศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด รวมทั้งกำหนดประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและส่งให้ผู้สอน

5.2 สุ่มผู้เรียนจำนวน 2-3 กลุ่ม นำเสนอผลงานในชั้นเรียน

5.3 ผู้สอนและผู้เรียนทุกคนร่วมกันประเมินผลงาน

5.4 ผู้สอนใช้คำถามเกี่ยวกับการเรียนเรื่องการอ่านแผนภูมิแท่ง ว่ามีประโยชน์อย่างไร

5.5 ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

หน้า 86-88

9. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

1. สื่ออินโฟกราฟิก
2. ใบงานที่ 12.1 เรื่อง ช่องทางการสื่อสารของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์
3. ใบงานที่ 12.2 เรื่อง เวลาในการใช้อินเทอร์เน็ตของกลุ่มคนในชุมชนแห่งหนึ่ง
4. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ สสวท. ป.4 เล่ม 2
5. แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ สสวท. ป.4 เล่ม 2

10. บันทึกผลหลังการสอน

ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

ด้านทักษะ/กระบวนการเรียนรู้ (P)

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....


(นายมงคล อินทรสันติ)

ตำแหน่ง ผู้บริหารสถานศึกษา


ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวปภัสรา แจ่มใส)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



ใบงานที่ 12.1



เรื่อง ช่องทางการสื่อสารของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จำนวนผู้ใช้ Facebook ของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์เป็นเท่าใด

ตอบ _____

2. จำนวนของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์ใช้ช่องทางการสื่อสารประเภทใด มากเป็นอันดับ 2 และใช้เป็นจำนวนเท่าใด

ตอบ _____

3. จำนวนของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์ที่ใช้ Messenger มากกว่า Instagram เท่าใด

ตอบ _____

4. จำนวนของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์ที่ใช้ Twitter น้อยกว่า Line เท่าใด

ตอบ _____

5. จำนวนของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์ที่ใช้ช่องทางการสื่อสารประเภทใดเท่ากัน และเป็นจำนวนเท่าใด

ตอบ _____

6. ในอนาคตหากความนิยมในการใช้ Pantip ของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์ลดลงครึ่งหนึ่งของการใช้ในปัจจุบันจะคิดเป็นจำนวนเท่าใด

ตอบ _____

7. ในอนาคตหากความนิยมในการใช้ Instagram ของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์เพิ่มเป็น 2 เท่าของการใช้ในปัจจุบันจะคิดเป็นจำนวนเท่าใด

ตอบ _____

8. จงเรียงลำดับช่องทางการสื่อสารของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์ที่ได้รับความนิยม **จากมากไปน้อย**

ตอบ _____

9. หากมีการสำรวจคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์เพิ่มอีก 50 คน พบว่า มีการติดต่อสื่อสารทาง Line 8 คน Facebook 5 คน Messenger 15 คน Twitter 10 คน Instagram 10 คน และ Pantip 2 คน ช่องทางการสื่อสารใดได้รับความนิยมเป็นอันดับ 5

ตอบ _____

10. จำนวนของคนในหมู่บ้านภิรมย์แลนด์ที่ใช้ Facebook รวมกับ Line มากกว่า จำนวนผู้ใช้ Messenger รวมกับ Twitter เป็นจำนวนเท่าใด

สิ่งที่โจทย์กำหนด Facebook _____ คน Line _____ คน Messenger _____ คน

Twitter _____ คน

ประโยคสัญลักษณ์ _____

วิธีคิด

ตอบ _____



เรื่อง เวลาในการใช้อินเทอร์เน็ตของกลุ่มคนในชุมชนแห่งหนึ่ง

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. กลุ่มคน Generation ไตที่มีการใช้อินเทอร์เน็ตเฉลี่ยต่อวันเป็นเวลามากที่สุดและน้อยที่สุด

ตอบ _____

2. คน Gen Y ใช้เวลาเฉลี่ยต่อวันในการใช้อินเทอร์เน็ตต่างจากคน Gen X เท่าใด

ตอบ _____

3. คน Gen Z ในชุมชนนี้ใช้อินเทอร์เน็ตเฉลี่ยต่อวันเป็นระยะเวลาที่ชั่วโมง กี่นาที

ตอบ _____

4. คน Gen Alpha ใช้อินเทอร์เน็ตเฉลี่ยต่อวันมากกว่าหรือน้อยกว่า คน Gen Baby boom อยู่กี่นาที

ตอบ _____

5. กลุ่มคน Generation ไตที่มีการใช้อินเทอร์เน็ตเฉลี่ยต่อวันเป็นอันดับ 3 ใช้เวลากี่นาที

ตอบ _____

6. ปังปอนด์อายุ 30 ปี อาศัยอยู่ในชุมชนแห่งนี้ ปังปอนด์อยู่ในกลุ่มคน Generation ไต จากการสำรวจกลุ่มคน Generation นี้ใช้อินเทอร์เน็ตเฉลี่ยต่อวันกี่นาที

ตอบ _____

7. พัชรพล เกิดปี พ.ศ. 2485 พัชรพลอยู่ในกลุ่มคน Generation ไต จากการสำรวจกลุ่มคน Generation นี้ใช้อินเทอร์เน็ตเฉลี่ยต่อวันกี่นาที

ตอบ _____

8. กลุ่มคน Generation ที่มีการใช้อินเทอร์เน็ตเฉลี่ยต่อวันเป็นเวลามากที่สุดและน้อยที่สุดใช้เวลาต่างกันเท่าใด

ตอบ _____

9. คน Gen Alpha ใช้อินเทอร์เน็ตเฉลี่ยต่อวันเป็นเวลากี่ชั่วโมง กี่นาที

ตอบ _____

10. คน Gen Y ใช้อินเทอร์เน็ตเฉลี่ยต่อวันมากกว่า คน Baby boom เป็นระยะเวลากี่ชั่วโมง กี่นาที

สิ่งที่โจทย์กำหนด Gen Y _____ คน Baby boom _____ คน

ประโยคสัญลักษณ์ _____

วิธีคิด



ตอบ _____

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 12 การนำเสนอข้อมูล	เรื่อง การเขียนแผนภูมิแท่งและโจทย์ปัญหา
วิชา คณิตศาสตร์	กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ รหัสวิชา 14101
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562
เวลา 2 ชั่วโมง	ผู้สอน นางสาวปัทมรา แจ่มใส

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ค 3.1 ป.4/1 ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง ตารางสองทางในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แผนภูมิแท่ง เป็นการใช้แท่งสี่เหลี่ยมมุมฉากแสดงจำนวนของสิ่งของต่าง ๆ โดยให้ความสูงหรือความยาวของแต่ละแท่งแสดงจำนวนแต่ละรายการ แท่งสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละแท่งมีความกว้างเท่ากัน และเริ่มต้นเขียนจากระดับเดียวกัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งได้ (K)
- 2) นักเรียนสามารถเขียนแผนภูมิแท่งได้ (P)
- 3) นักเรียนสามารถหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ (P)
- 4) นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของแผนภูมิแท่งได้ (A)

4. สาระการเรียนรู้

แผนภูมิแท่งประกอบด้วย ชื่อแผนภูมิและตัวแผนภูมิ ตัวแผนภูมิประกอบด้วย เส้นแสดงจำนวน เส้นแสดงรายการ และรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แสดงจำนวนของแต่ละรายการ ซึ่งรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปต้องมีความกว้างเท่ากัน เริ่มต้นจากระดับเดียวกันที่ 0 และระยะห่างระหว่างสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปควรเท่ากัน การเขียนแผนภูมิแท่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้เขียนชื่อแผนภูมิกำกับไว้ข้างบน

ขั้นที่ 2 กำหนดแกนแนวตั้งและแกนแนวนอน

ขั้นที่ 3 เขียนรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ใช้แสดงข้อมูลแต่ละรายการโดยต้องมีความกว้างเท่ากันและเริ่มต้นเขียนจากระดับเดียวกัน ถ้าเขียนในแนวตั้งให้เริ่มจากด้านล่างขึ้นด้านบน ถ้าเขียนในแนวนอนให้เริ่มจากด้านซ้ายไปด้านขวา

ขั้นที่ 4 เพื่อให้อ่านง่ายควรเขียนตัวเลขกำกับไว้ที่ส่วนปลายสุดของแต่ละแท่ง

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	คุณลักษณะอันพึงประสงค์
1. ความสามารถในการสื่อสาร	1. มีวินัย
2. ความสามารถในการคิด	2. ใฝ่เรียนรู้
3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	3. มุ่งมั่นในการทำงาน

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
6.1 นักเรียนสามารถบอกองค์ประกอบของแผนภูมิแท่ง	- ประเด็นคำถาม	- คำถาม	นักเรียนร้อยละ 80 สามารถบอกองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งได้ถูกต้อง
6.2 นักเรียนสามารถเขียนแผนภูมิแท่งได้	- ตอบคำถามในใบงานที่ 12.3 - ตอบคำถามในใบงานที่ 12.4 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 12.3 - ใบงานที่ 12.4 - แบบฝึกหัด	นักเรียนสามารถทำใบงานได้ถูกต้องร้อยละ 80 นักเรียนสามารถตอบคำถามในใบงานที่ 12.3 และ 12.4 ได้ถูกต้องร้อยละ 80 นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องร้อยละ 80
6.3 นักเรียนสามารถหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้	- ตอบคำถามในใบงานที่ 12.3 - ตอบคำถามในใบงานที่ 12.4 - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	- ใบงานที่ 12.3 - ใบงานที่ 12.4 - แบบฝึกหัด	นักเรียนสามารถหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาพร้อมตอบคำถามในใบงานที่ 12.3 และ 12.4 ได้ถูกต้องร้อยละ 80 นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องร้อยละ 80
6.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ประเมินพฤติกรรมรายบุคคล	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนผ่านเกณฑ์ระดับผ่านขึ้นไป

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบงานที่ 12.3 เรื่อง จำนวนอาหารที่ร้าน The box café ขายได้ใน 1 สัปดาห์
2. ใบงานที่ 12.4 เรื่อง เมนูอาหารที่ทำจากไข่
3. แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ ป.4 หน้า 98-99

8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและนำเสนอปัญหา โดยจัดกิจกรรมต่อไปนี้













1.1 ผู้สอนทบทวนโดยใช้คำถามสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับส่วนประกอบของแผนภูมิแท่งว่ามีอะไรบ้าง (ชื่อแผนภูมิ ตัวแผนภูมิ เส้นแสดงจำนวน และข้อมูลแต่ละรายการ) ผู้สอนอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งว่าเป็นการใช้แท่งสี่เหลี่ยมมุมฉากแสดงจำนวนของสิ่งของต่าง ๆ โดยให้ความสูงหรือความยาวของแต่ละแท่งแสดงจำนวนแต่ละรายการ แท่งสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละแท่งมีความกว้างเท่ากันและเริ่มต้นเขียนจากระดับเดียวกัน

1.2 ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้แก่ผู้เรียนโดยใช้สื่ออินโฟกราฟิก ผู้สอนพูดคุยเกี่ยวกับข้อมูลในสื่ออินโฟกราฟิกว่าเป็นข้อมูลเกี่ยวกับอะไร ผู้สอนสอบถามผู้เรียนว่าผู้เรียนแต่ละคนชอบรับประทานอาหารประเภทใดบ้าง ผู้เรียนเคยรับประทานอาหารที่อยู่ในสื่ออินโฟกราฟิกหรือไม่

6 อาหารขายดี

@The box cafe

จำนวนอาหารที่ร้าน The Box Cafe ขายได้ ใน 1 สัปดาห์
ให้นักเรียนเติมจำนวนอาหารลงในช่องว่างที่ถูกต้อง

	<p>ไก่กะทะ คืออาหารเช้า มักใส่หมูสับ กุ้งเขียง หนุ่ยทอด ไข่ทอดด้วยต้นหอมและพริกไทยป่น ได้รับอิทธิพลมาจากอาหารฝรั่งเศส</p>		.....จาน
	<p>พิซซ่า เป็นอาหารอิตาเลียนและฟาสต์ฟู้ด ซึ่งชาวอิตาลีเป็นผู้คิดค้น มีลักษณะเป็นแป้งแผ่นกลมแบนวาดด้วยซอสมะเขือเทศ</p>		.....จาน
	<p>สตีทอสต์ นั้นเป็นวัฒนธรรมการกินของฝรั่งและโลกกรีนเกิดจากชาติตะวันตก</p>		.....จาน
	<p>สปาเกตตี มีลักษณะเป็นเส้นยาว เหนียวนุ่ม เป็นส่วนประกอบสำคัญของอาหารอิตาลี</p>		.....จาน
	<p>เฟรนช์ฟราย คือมันฝรั่งทอดแบบแท่ง ซึ่งเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมสูงในอเมริกา</p>		.....จาน
	<p>สตีค เป็นอาหารฝรั่ง มักทำจากเนื้อหรือเนื้อหมู รับประทานคู่กับผักต้มอบเนย</p>		.....จาน

(รูปอาหาร 1 รูปแทนอาหาร 5 จาน)

1.3 ผู้สอนใช้คำถามกับผู้เรียนหากผู้เรียนจะนำเสนอข้อมูลในสื่ออินโฟกราฟิกในรูปแบบแผนภูมิแท่งจะสามารถนำเสนอได้โดยมีขั้นตอนในการเขียนแผนภูมิแท่งอย่างไรบ้าง

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา

2.1 ผู้สอนตั้งคำถามจากใบงาน 12.3 สอบถามความเข้าใจของเรียนว่าผู้เรียนจะหาคำตอบได้อย่างไร

2.2 จากสื่ออินโฟกราฟิกที่กำหนดให้ ผู้สอนให้เวลา 20 นาที โดยผู้เรียนแต่ละคนจะต้องแปลงข้อมูลจากสื่ออินโฟกราฟิกลงในแผนภูมิให้เรียบร้อยก่อนแล้วจึงตอบคำถามโดยการเขียนตอบลงในใบงานที่ 12.3 เรื่อง จำนวนอาหารที่ร้าน The box café ขายได้ใน 1 สัปดาห์

2.3 สุ่มผู้เรียนเสนอผลจากการทำใบงานที่ 12.3 (ผู้เรียนจะมีคำตอบที่แตกต่างกัน โดยผู้สอนยังไม่เฉลย)

2.4 ให้ผู้เรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้อันเป็นเครื่องมือที่นำไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (1) การอ่านแผนภูมิแท่ง (2) การเขียนแผนภูมิแท่ง (3) การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

2.5 ผู้สอนเฉลยใบงานที่ 12.3 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งว่ามีอะไรบ้าง และสรุปเกี่ยวกับการเขียนแผนภูมิแท่ง

ชั่วโมงที่ 2

ผู้สอนทบทวนส่วนประกอบของแผนภูมิแท่งว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้าง ทบทวนการอ่านแผนภูมิแท่ง และขั้นตอนในการเขียนแผนภูมิแท่ง

ขั้นที่ 3 กำหนดกรอบการศึกษา

3.1 ผู้สอนมอบใบงานที่ 12.4 ให้ผู้เรียนโดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มจะได้สื่ออินโฟกราฟิกในหัวข้อเดียวกัน เรื่อง เมนูอาหารที่ทำจากไข่

คุณประโยชน์ของไข่ไก่

1. โปรตีน จากไข่มีความสำคัญต่อการสร้างเนื้อเยื่อให้กับร่างกาย

2. สังกะสี ช่วยในการเจริญเติบโต สร้างเอ็นไซม์ และภูมิคุ้มกันของร่างกาย

3. กรดโฟลิก มีวิตามินบี 6 บิ 12 ช่วยลดระดับโฮโมซิสเทอีน ที่ทำให้เป็นโรคหัวใจ

4. ชัลเฟอร์ ช่วยลดการอักเสบและขจัดสารพิษออกจากร่างกาย

6. โคเลิน ช่วยในการทำงานของระบบประสาทในเรื่องความจำ และการเรียนรู้

7. แคลโรทีนอยด์ ในไข่แดงช่วยลดภาวะกล้ามเนื้อเสื่อม และปัญหาสายตาในผู้สูงอายุ

8. แมกนีเซียม ช่วยในการเจริญเติบโต บำรุงรักษากระดูก และฟันให้แข็งแรง และช่วยในการทำงานของเอ็นไซม์ในร่างกาย

5. ชาติเหล็ก มีมากในไข่แดง ช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง และนำออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย

คุณครูภาคฯทำการสอบถามนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนจันทน์ไธวัชวิทยาคม ที่ชอบเมนูอาหารที่ทำจากไข่ได้ยลดังนี้

ไข่ลวกแซ่บ.....คน	ไข่พะโล้ .....คน	ไข่ตุ๋นทรงเครื่อง.....คน	แกงจืดไข่หน้า.....คน	ไข่เจียวหมูสับ.....คน	ยำไข่ดาว.....คน

รูปอาหาร 1 รูป แทนจำนวนนักเรียน 10 คน

3.2 ผู้สอนพูดคุยเกี่ยวกับประโยชน์ของไข่ไก่ว่ามีอะไรบ้าง ผู้เรียนชอบรับประทานอาหารที่ทำจากไข่เมนูใดบ้าง ผู้เรียนอภิปรายภายในกลุ่มร่วมกันสังเกตจากสื่ออินโฟกราฟิกมีข้อมูลอะไรบ้าง สิ่งที่เราไม่รู้และสิ่งที่ยังไม่รู้ ข้อมูลจากสื่ออินโฟกราฟิกที่ได้รับเพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอภายในกลุ่มจะหาคำตอบได้อย่างไร

ขั้นที่ 4 มอบหมายความรับผิดชอบ

4.1 ผู้เรียนจัดลำดับความสำคัญของประเด็นการเรียนรู้และให้ผู้เรียนมอบหมายงานให้ศึกษาเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มจะต้องตอบคำถามในใบงานที่ 12.4 จากสื่ออินโฟกราฟิกที่แต่ละกลุ่มได้รับ ถ้าข้อไหนผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้ให้ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้เลย หากมีข้อที่ทำไม่ได้ให้ผู้เรียนวางแผนในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

4.2 ผู้เรียนวางแผนในการแก้ปัญหาจากหนังสือ โดยสำรวจข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

ขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน

5.1 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลได้จากการศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด รวมทั้งกำหนดประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและส่งให้ผู้สอน

5.2 สุ่มผู้เรียนจำนวน 2-3 กลุ่ม นำเสนอผลงานในชั้นเรียน

5.3 ผู้สอนและผู้เรียนทุกคนร่วมกันประเมินผลงาน

5.4 ผู้สอนใช้คำถามเกี่ยวกับการเรียนเรื่องการเขียนแผนภูมิแท่ง ว่ามีประโยชน์อย่างไร

5.5 ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 2

หน้า 98-99

9. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

1. สื่ออินโฟกราฟิก
2. ใบงานที่ 12.3 เรื่อง จำนวนอาหารที่ร้าน The box café ขายได้ใน 1 สัปดาห์
3. ใบงานที่ 12.4 เรื่อง เมนูอาหารที่ทำจากไข่
4. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ป.4 เล่ม 2
5. แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ ป.4 เล่ม 2

10. บันทึกผลหลังการสอน

ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

ด้านทักษะ/กระบวนการเรียนรู้ (P)

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....



ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย
ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....
.....



ลงชื่อ.....

(นายมงคล อินทรสันติ)

ตำแหน่ง ผู้บริหารสถานศึกษา

ลงชื่อ.....ผู้สอน

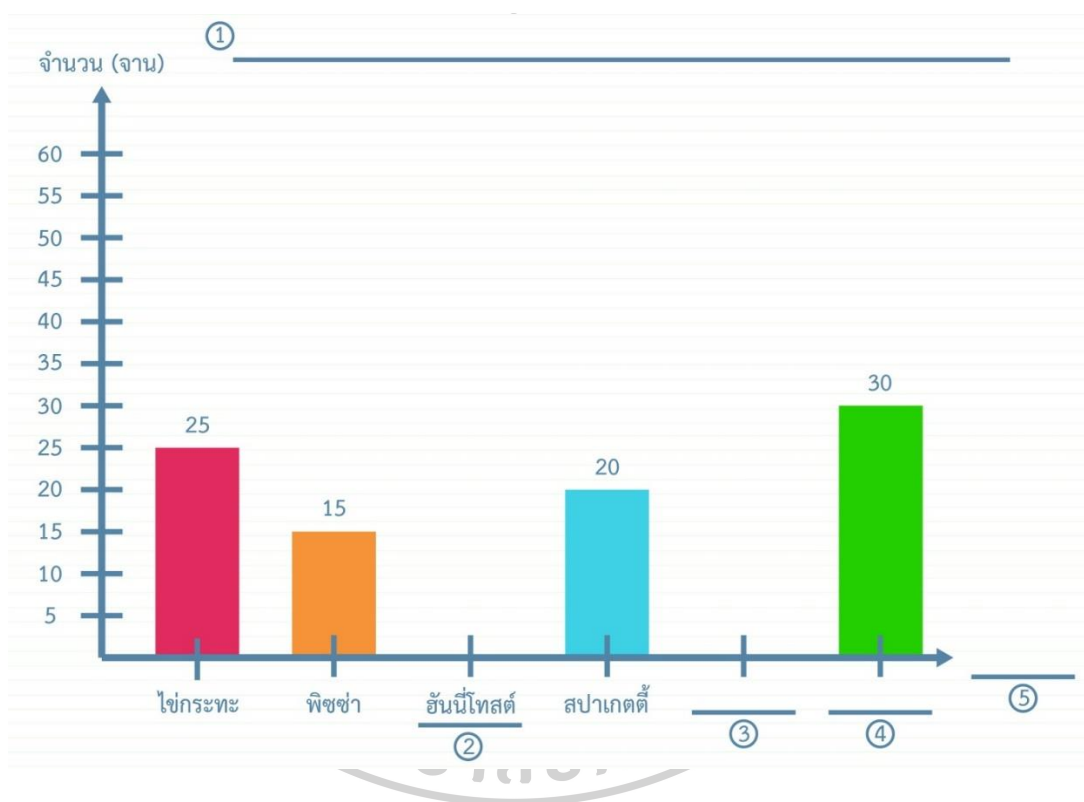
(นางสาวปัทมา แจ่มใส)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบงานที่ 12.3

เรื่อง จำนวนอาหารที่ร้าน The box café ขายได้ใน 1 สัปดาห์

ให้นักเรียนเขียนแผนภูมิแท่งแสดงจำนวนอาหารที่ร้าน The box café ขายได้ใน 1 สัปดาห์ให้สมบูรณ์



จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. อาหารชนิดใดที่ร้าน The box café ขายดีเป็นอันดับ 1 และขายได้เป็นจำนวนเท่าไร

ตอบ _____

2. ใน 1 สัปดาห์ ร้าน The box café ขายสติกได้มากกว่าสปาเกตตี้กี่จาน

ตอบ _____

3. ถ้าอันนี่โทสต์จานละ 99 บาท ใน 1 สัปดาห์ ร้าน The box café ขายอันนี่โทสต์ได้เป็นจำนวนเงินเท่าไร

ตอบ _____

ข้อสอบปรนัย
เรื่อง การนำเสนอข้อมูล

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องการนำเสนอข้อมูล
2. แบบทดสอบฉบับนี้มี 9 หน้า จำนวน 25 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 25 คะแนน
3. วิธีการตอบทำเครื่องหมายกากบาท × ที่เป็นคำตอบลงในกระดาษคำตอบ
4. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที



1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของแผนภูมิแท่ง (ความจำ)

- ก. ใช้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแสดงจำนวน
- ข. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปต้องมีความสูงเท่ากัน
- ค. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปต้องเริ่มจากระดับเดียวกัน
- ง. รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปมีความกว้างและระยะห่างของรูปเท่ากัน

จากข้อมูลจงตอบคำถาม ข้อ 2

ครูสุชาติสอบถามความสูงของนักเรียน 6 คน ได้ข้อมูลตามตาราง

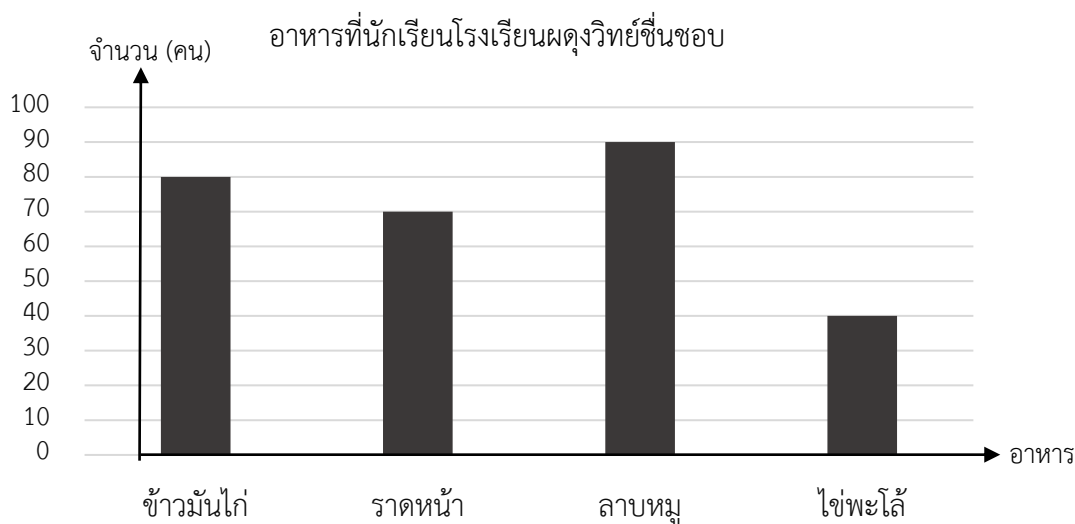
ความสูงของนักเรียน	
ชื่อนักเรียน	ความสูง (เซนติเมตร)
นนท์	140
นุช	120
น้ำ	130
นก	145
นุ	125
นัท	130

2. จากข้อมูล

1. เขียนแท่งสี่เหลี่ยมตรงกับชื่อของนักเรียนให้มีความสูงตามที่ระบุไว้ในตาราง
 2. เขียนชื่อนักเรียนตามเส้นแกนนอนและแบ่งเส้นตามแกนตั้ง ซึ่งเป็นเส้นแสดงจำนวน ออกเป็นช่วง ๆ โดยเริ่มจาก 0 ให้เกินจำนวนสูงสุด เส้นนี้จะแสดงความสูงของนักเรียน
 3. เขียนชื่อแผนภูมิแท่ง
 4. เขียนจำนวนไว้บนแท่งสี่เหลี่ยมแต่ละแท่งเพื่อสะดวกในการอ่านข้อมูล
- จงเรียงลำดับขั้นตอนในการเขียนแผนภูมิแท่ง (ความเข้าใจ)
- ก. 3 2 1 4 ข. 3 1 2 4 ค. 4 1 2 3 ง. 4 1 3 2

จากข้อลจงตอบคำถาม ข้อ 3 - 5

จากการสอบถามนักเรียน 280 คน เกี่ยวกับอาหารที่นักเรียนโรงเรียนผดุงวิทย์ชื่นชอบ แล้วนำเสนอเป็นแผนภูมิแท่ง



3. แผนภูมิแท่งนี้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับอะไร (ความเข้าใจ)

- ก. อาหารที่นักเรียนไม่ชอบ
- ข. อาหารที่นักเรียนชื่นชอบ
- ค. จำนวนนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่ง
- ง. จำนวนนักเรียนที่ชอบทำอาหารประเภทต่าง ๆ

4. ข้อความใดกล่าวไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

- ก. นักเรียนโรงเรียนผดุงวิทย์ชื่นชอบราดหน้า 80 คน
- ข. นักเรียนโรงเรียนผดุงวิทย์ชื่นชอบลาบหมูมากที่สุด
- ค. นักเรียนโรงเรียนผดุงวิทย์ชื่นชอบราดหน้ามากกว่าไข่พะโล้
- ง. นักเรียนโรงเรียนผดุงวิทย์ชื่นชอบราดหน้าน้อยกว่าข้าวมันไก่

5. นักเรียนชอบลาบหมูมากกว่าราดหน้าอยู่เท่าไร (นำไปใช้)

- ก. 10 คน
- ข. 20 คน
- ค. 30 คน
- ง. 40 คน

6. ข้อใดเป็นการเขียนแผนภูมิแท่งแสดงเวลาในการอ่านหนังสือในแต่ละวันของ ด.ญ.ฟ้าใส ใจรักเรียน (นำไปใช้)

วัน	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์
เวลา (นาที)	20	15	25	45	30

ก.



ข.



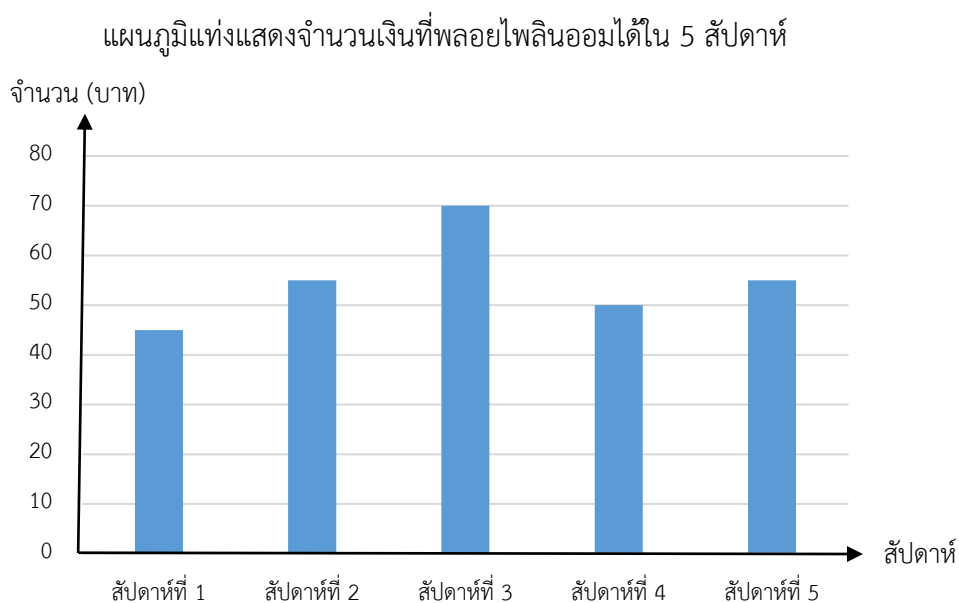
ค.



ง.

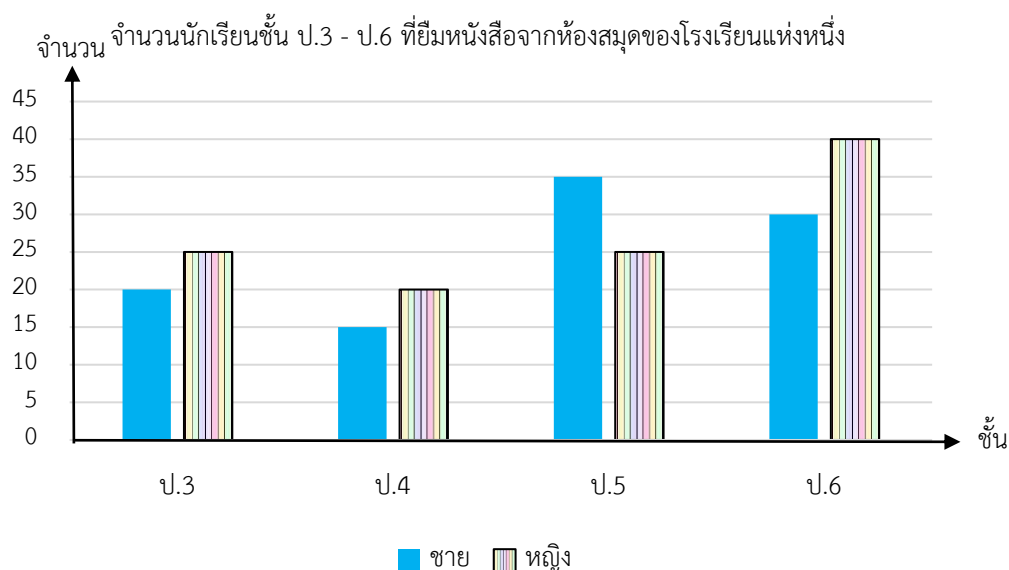


จากข้อมูลจตตอบคำถาม ข้อ 7 - 8



7. สัปดาห์ใดบ้างที่พลอยไพลินออมเงินได้เท่ากัน (ความเข้าใจ)
- ก. สัปดาห์ที่ 1 และ สัปดาห์ที่ 4 ข. สัปดาห์ที่ 1 และ สัปดาห์ที่ 5
 ค. สัปดาห์ที่ 2 และ สัปดาห์ที่ 4 ง. สัปดาห์ที่ 2 และ สัปดาห์ที่ 5
8. ถ้าในสัปดาห์ที่ 6 พลอยไพลินมีเงินออมเป็นครึ่งหนึ่งของสัปดาห์ที่ 3 เงินที่พลอยไพลินออมได้ในสัปดาห์ที่ 6 เป็นจำนวนเงินเท่าไร (นำไปใช้)
- ก. 70 ข. 50 ค. 35 ง. 25
9. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ (ความจำ)
- ก. แกนนอนสั้นกว่าแกนตั้งเสมอ
 ข. แท่งสี่เหลี่ยมแต่ละแท่งมีความสูงเท่ากัน
 ค. แกนที่ใช้แทนจำนวนข้อมูล จะมีจุดเริ่มต้นที่ 1 เสมอและแบ่งช่วงแต่ละจำนวนไม่เท่ากัน
 ง. ระบายสีหรือแรเงาในแท่งสี่เหลี่ยมให้ต่างกัน เพื่อแสดงว่าแท่งใดเป็นของกลุ่มใด และระบุข้อมูลไว้ด้านข้างของแผนภูมิ
10. ข้อใดนำมาสร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบได้ (ความเข้าใจ)
- ก. จำนวนเงินที่มาลีและมาลัยออมได้ใน 1 สัปดาห์
 ข. อุณหภูมิเฉลี่ยบนยอดดอยอินทนนท์ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม
 ค. เวลาในการออกกำลังกายตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์ของ ด.ช. ดำรงเดช ใจสู้
 ง. รายได้จากการขายหนังสือของบริษัท บุ๊ค จิเนียส จำกัด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 - พ.ศ. 2562

จากข้อมูลงตอบคำถาม ข้อ 11 – 12



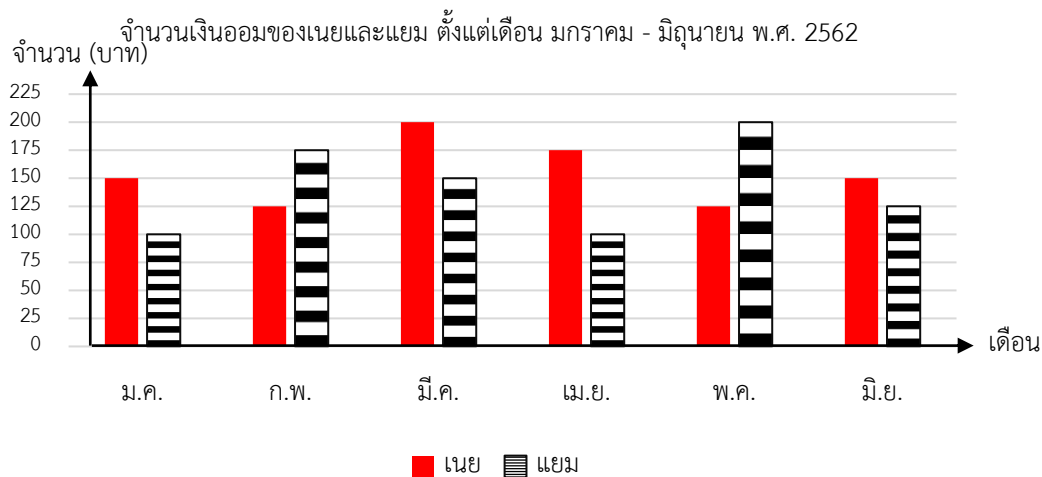
11. นักเรียนหญิงชั้นป.6 ยืมหนังสือมากกว่านักเรียนชายชั้นป.4 เท่าไร (นำไปใช้)

- ก. 15 เล่ม ข. 20 เล่ม ค. 25 เล่ม ง. 30 เล่ม

12. นักเรียนชายชั้นป.3 - ป.6 ยืมหนังสือทั้งหมดกี่คน (นำไปใช้)

- ก. 85 คน ข. 90 คน ค. 95 คน ง. 100 คน

จากข้อมูลงตอบคำถาม ข้อ 13 – 14



13. จากข้อมูล แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบแสดงข้อมูลใด (ความเข้าใจ)

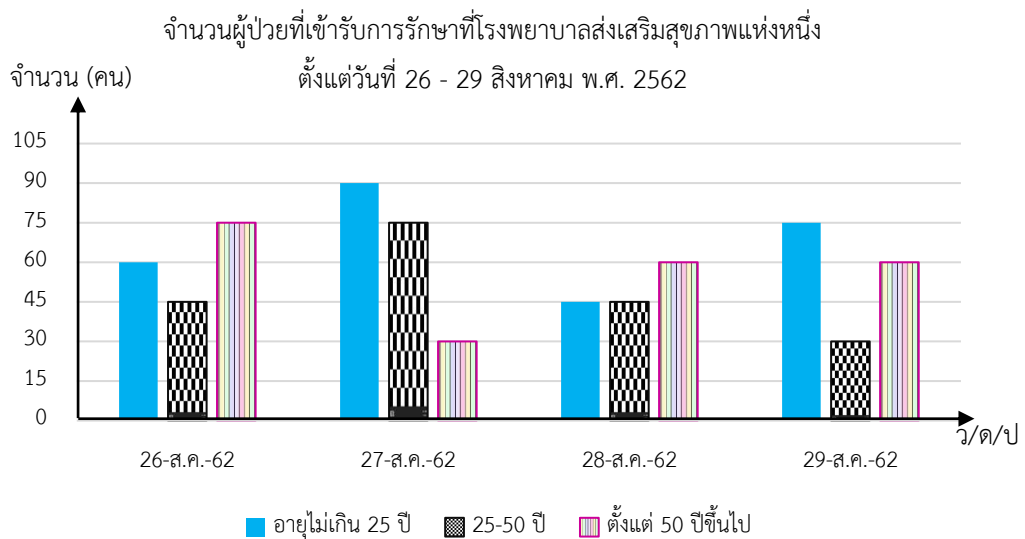
- ก. รายรับ-รายจ่ายของเนยและแยม
 ข. จำนวนเงินเก็บของเนยและแยมตลอดปี พ.ศ. 2562
 ค. ค่าใช้จ่ายของเนยและแยมในเดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ.2562
 ง. จำนวนเงินออมของเนยและแยม ตั้งแต่เดือน มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2562

14. จำนวนเงินที่เนยและแยมออมได้ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน ใครออมเงินได้มากกว่ากันและมากกว่ากันอยู่เท่าไร (นำไปใช้)

ก. เนยออมเงินมากกว่าอยู่ 50 บาท ข. เนยออมเงินมากกว่าอยู่ 75 บาท

ค. แยมออมเงินมากกว่าอยู่ 50 บาท ง. แยมออมเงินมากกว่าอยู่ 75 บาท

จากข้อมูลจงตอบคำถาม ข้อ 15 – 17



15. จำนวนผู้ป่วยอายุไม่เกิน 25 ปี ในวันที่ 29 สิงหาคม 2562 มีจำนวนเท่าไร (ความเข้าใจ)

ก. 45 คน ข. 60 คน ค. 75 คน ง. 90 คน

16. ถ้าในวันที่ 30 สิงหาคม 2562 มีผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพเป็นจำนวน 3 เท่าของผู้ป่วยอายุ 25-50 ปี ในวันที่ 28 สิงหาคม 2562 อยากทราบว่าในวันที่ 30 สิงหาคม 2562 จะมีผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาทั้งหมดเท่าไร (วิเคราะห์)

ก. 135 คน ข. 180 คน ค. 225 คน ง. 270 คน

17. วันที่ 26-29 สิงหาคม 2562 ผู้ป่วยอายุไม่เกิน 25 ปี ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาฉีดวัคซีนป้องกันมะเร็งปากมดลูกจำนวน 75 คน ที่เหลือเข้ารับการรักษาด้วยโรคอื่น ๆ จำนวนกี่คน (วิเคราะห์)

ก. 195 คน ข. 185 คน ค. 175 คน ง. 165 คน

จากข้อมูลลงตอบคำถาม ข้อ 18 – 19

จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ชอบทำกิจกรรมต่าง ๆ หลังเลิกเรียน

กิจกรรม	จำนวน (คน)		
	ชาย	หญิง	รวม
อ่านหนังสือ	22	32	54
ช่วยงานบ้าน	36	45	81
เล่นกีฬา	24	18	42
ทำการบ้าน	35	38	73
เล่นเกม	18	10	28
รวม	135	143	278

18. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ชอบทำกิจกรรมหลังเลิกเรียน กิจกรรมใดมากเป็นอันดับ 2 (ความเข้าใจ)

ก. อ่านหนังสือ ข. ช่วยงานบ้าน ค. เล่นกีฬา ง. ทำการบ้าน

19. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ชอบเล่นเกมน้อยกว่าเล่นกีฬาเท่าไร (นำไปใช้)

ก. 12 คน ข. 14 คน ค. 16 คน ง. 18 คน

จากข้อมูลลงตอบคำถาม ข้อ 20 – 22

จำนวนเหรียญจากการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ ปี 2017

ประเทศ	จำนวนเหรียญ			รวม
	ทอง	เงิน	ทองแดง	
ไทย	.....	86	88	246
สิงคโปร์	57	58	73	188
มาเลเซีย	145	92	.....	323
อินโดนีเซีย	38	63	90	191
เวียดนาม	58	50	60	168
ฟิลิปปินส์	24	33	64	121
รวม	394	382	461	1,237

ที่มา : <https://www.bugaboo.tv/sport/seagames2017/medaltable>

20. ประเทศใดได้รับเหรียญทองแดงจากการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ ปี 2017 มากที่สุด (ความเข้าใจ)

ก. ฟิลิปปินส์ ข. ไทย ค. มาเลเซีย ง. อินโดนีเซีย

21. ประเทศไทยได้เหรียญทองจากการแข่งขันกีฬาซีเกมส์ ปี 2017 เท่าไร (นำไปใช้)
 ก. 72 เหรียญ ข. 82 เหรียญ ค. 92 เหรียญ ง. 102 เหรียญ
22. จำนวนเหรียญทองและเหรียญทองแดงของประเทศฟิลิปปินส์แตกต่างกันเท่าไร (นำไปใช้)
 ก. 24 เหรียญ ข. 40 เหรียญ ค. 50 เหรียญ ง. 64 เหรียญ

จากข้อมูลจงตอบคำถาม ข้อ 23 – 25

กำหนดเวลาเดินรถไฟเที่ยวไป (สายใต้)

เลขขบวน	ประเภท	สถานีต้นทาง	เวลาออก	สถานีปลายทาง	เวลาถึง
43	รถด่วนพิเศษ	กรุงเทพฯ	8.05	สุราษฎร์ธานี	16.45
171	รถเร็ว	กรุงเทพฯ	13.00	สุโขทัย-ลก	10.45
255	รถธรรมดา	ธนบุรี	7.30	หลังสวน	18.15
175	รถเร็ว	ชุมทางหาดใหญ่	6.30	สุโขทัย-ลก	10.00
949	รถด่วน	ชุมทางหาดใหญ่	13.05	ปาดังเบซาร์	14.00

ที่มา : การรถไฟแห่งประเทศไทย

23. ธนาธิปขึ้นรถไฟจากสถานีกรุงเทพฯไปสถานีสุโขทัย-ลก เขาต้องขึ้นรถไฟเลขขบวนใด (ความเข้าใจ)
 ก. 43 ข. 171 ค. 175 ง. 255
24. เวลาในการเดินรถไฟจากสถานีต้นทางกรุงเทพฯถึงสถานีปลายทางสุราษฎร์ธานีใช้เวลาเท่าไร (นำไปใช้)
 ก. 8 ชั่วโมง 40 นาที ข. 8 ชั่วโมง 45 นาที
 ค. 10 ชั่วโมง 40 นาที ง. 10 ชั่วโมง 45 นาที
25. กอล์ฟเดินทางโดยรถไฟจากสถานีชุมทางหาดใหญ่ไปสถานีสุโขทัย-ลก บอลเดินทางโดยรถไฟจากสถานีชุมทางหาดใหญ่ไปสถานีปาดังเบซาร์ ใครใช้เวลาในการเดินทางมากกว่าและมากกว่ากันอยู่เท่าไร (วิเคราะห์)
 ก. บอลใช้เวลาเดินทางมากกว่าอยู่ 3 ชั่วโมง 30 นาที
 ข. บอลใช้เวลาเดินทางมากกว่าอยู่ 2 ชั่วโมง 35 นาที
 ค. กอล์ฟใช้เวลาเดินทางมากกว่าอยู่ 3 ชั่วโมง 30 นาที
 ง. กอล์ฟใช้เวลาเดินทางมากกว่าอยู่ 2 ชั่วโมง 35 นาที

แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การนำเสนอข้อมูล

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน รวม 36 คะแนน
2. ให้นักเรียนนำเสนอขั้นตอนในการหาคำตอบอย่างเป็นระบบ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ที่ได้มาซึ่งคำตอบเพราะทุกส่วน มีผลต่อการให้คะแนน
3. ในการประเมินคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จะพิจารณาลักษณะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจาก
 - การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 12 คะแนน
 - การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 12 คะแนน
 - การนำเสนอ คะแนนเต็ม 12 คะแนน
4. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที



1. จำนวนน้ำผลไม้ที่ร้านค้าแห่งหนึ่งขายได้ใน 1 สัปดาห์ มีดังนี้

น้ำผลไม้	น้ำส้ม	น้ำทับทิม	น้ำลำไย	น้ำฝรั่ง	น้ำองุ่น	น้ำกีวี
จำนวน (ขวด)	350	200	300	150	400	200

1.1 น้ำองุ่นราคาขวดละ 25 บาท ถ้าสัปดาห์ที่แล้วร้านค้าแห่งนี้อขายน้ำองุ่นได้เงิน 8,000 บาท สัปดาห์นี้อขายน้ำองุ่นได้เงินเพิ่มจากสัปดาห์ที่แล้วเป็นจำนวนเงินเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนด

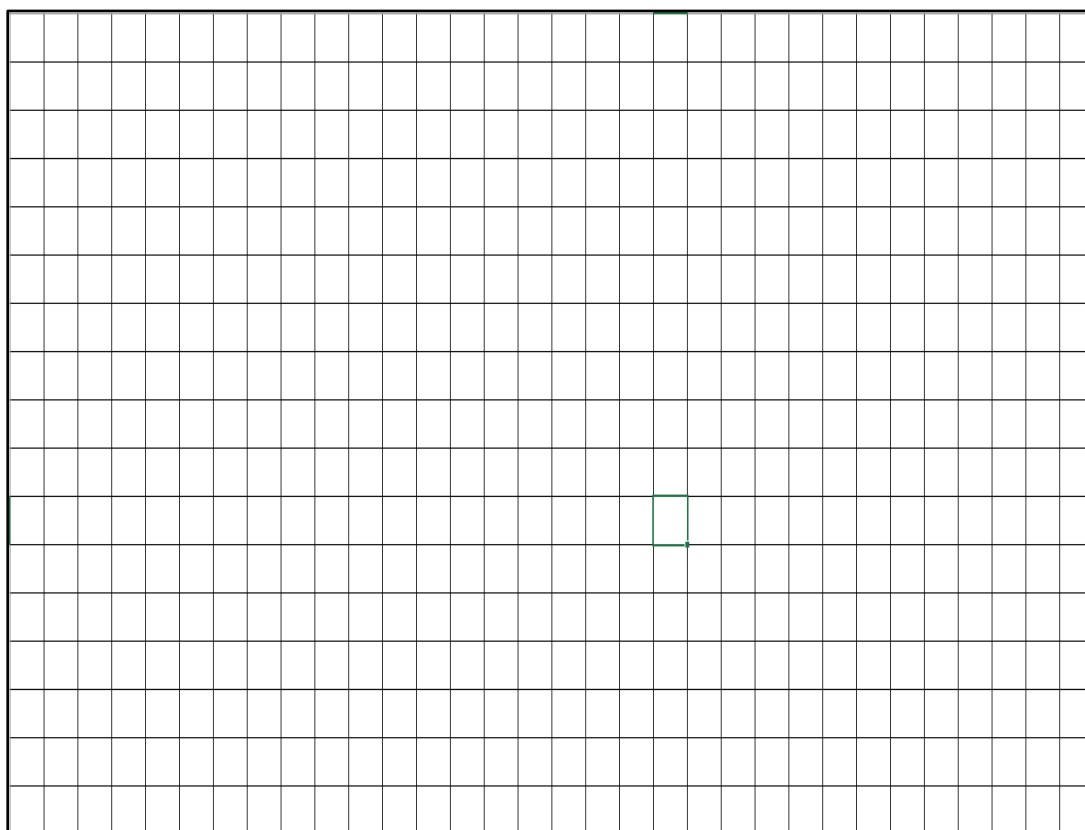
สิ่งที่โจทย์ถาม

ประโยคสัญลักษณ์

วิธีทำ

ตอบ.....

1.2 จากข้อมูลจงเขียนแผนภูมิแท่ง



2. การขายปลาสดของร้านเจ้หน้อยและร้านเจ้พร ประจำวันที่ 18 กรกฎาคม 2562 มีรายการดังนี้

ชนิดปลา	จำนวน (กิโลกรัม)	
	ร้านเจ้หน้อย	ร้านเจ้พร
ปลาช่อน	80	100
ปลาดุก	150	120
ปลาทับทิม	120	140
ปลานิล	130	90
ปลาหมอ	70	60

2.1 ปลาทับทิมราคา กิโลกรัมละ 90 บาท วันที่ 18 กรกฎาคม 2562 ร้านเจ้พรขายปลาทับทิมได้

มากกว่าร้านเจ้หน้อยเป็นจำนวนเงินเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนด

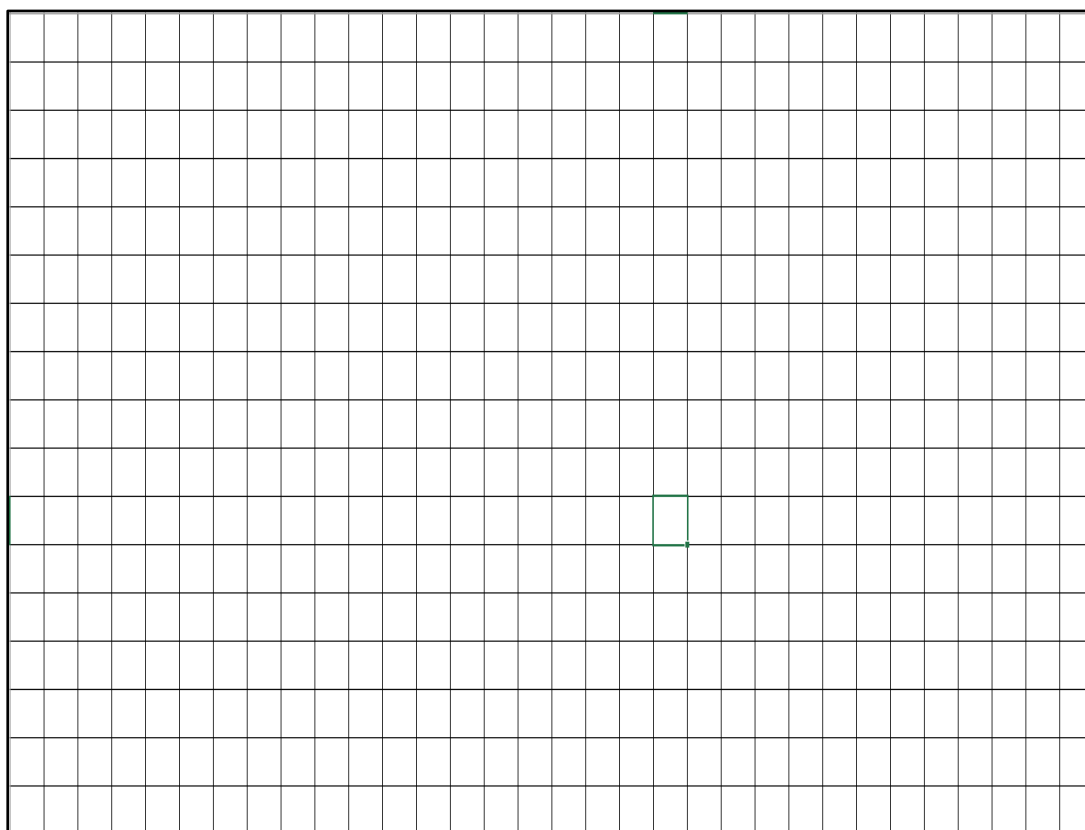
สิ่งที่โจทย์ถาม

ประโยคสัญลักษณ์

วิธีทำ

ตอบ.....

2.2 จากข้อมูลจงเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ



3. ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม

3.1 จงเติมคำตอบในตารางให้สมบูรณ์และตอบคำถามให้ถูกต้อง

สถิติการเดินทางเข้า-ออก ของนักท่องเที่ยว ตั้งแต่วันที่ 1-5 สิงหาคม พ.ศ.2562
ที่ท่าอากาศยานเชียงใหม่

วันที่	จำนวน (คน)		รวมเข้า-ออก
	เดินทางเข้า	เดินทางออก	
1 สิงหาคม 2562	4,760	4,751	9,511
2 สิงหาคม 2562	5,084	5,252	.....
3 สิงหาคม 2562	5,073	5,138	10,211
4 สิงหาคม 2562	5,154	5,616	10,770
5 สิงหาคม 2562	.....	5,013	9,260
รวม	24,318	25,770	50,088

ที่มา : กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

3.1.1 วันที่มีนักท่องเที่ยวมาใช้บริการท่าอากาศยานเชียงใหม่เป็นจำนวนมากที่สุด

.....

3.1.2 วันที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวเดินทางเข้าท่าอากาศยานเชียงใหม่เป็นอันดับ 2

.....

3.1.3 วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2562 มีนักท่องเที่ยวเดินทางเข้า-ออกท่าอากาศยานเชียงใหม่จำนวนเท่าไร

.....

3.2 ถ้าในวันที่ 2-3 สิงหาคม พ.ศ.2562 มีนักท่องเที่ยวต่างชาติเดินทางเข้าท่าอากาศยานเชียงใหม่จำนวน 8,523 คน อยากทราบว่านักท่องเที่ยวชาวไทยเดินทางเข้าท่าอากาศยานเชียงใหม่กี่คน

สิ่งที่โจทย์กำหนด

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

ประโยคสัญลักษณ์

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. ด้านการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความและอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องเหมาะสมทุกตำแหน่ง
3 (ดี)	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความ และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (ไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง)
2 (พอใช้)	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความ และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องบางส่วน อย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้แต่ไม่ชัดเจน (ไม่ถูกต้อง 2 ตำแหน่ง)
1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่เขียนหรือเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่โจทย์ถาม และประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความ และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องบางส่วน มีความถูกต้องต่ำกว่าครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ไม่ชัดเจน (ไม่ถูกต้อง 3 ตำแหน่งขึ้นไป)
2. ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ทั้งหมด โดยพิจารณาจาก 5 ประเด็น ดังนี้ 1. การใช้ภาษาสื่อความหมาย 2. การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 3. การใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ 4. ลำดับขั้นตอน 5. ความถูกต้องของคำตอบ
3 (ดี)	ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องเกือบทั้งหมด (แสดงขั้นตอนได้ถูกต้องอย่างน้อย 4 ประเด็นจาก 5 ประเด็น)
2 (พอใช้)	ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุปคำตอบได้ถูกต้องอย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้ (แสดงขั้นตอนได้ถูกต้องอย่างน้อย 3 ประเด็นจาก 5 ประเด็น)

2. ด้านการแสดงผลแนวคิดทางคณิตศาสตร์	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่ใช้หรือใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เขียนอธิบายแสดงวิธีคิด อธิบายสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วนต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้ (แสดงขั้นตอนได้ถูกต้องอย่างน้อย 2 ประเด็นจาก 5 ประเด็น)
3. ด้านการนำเสนอ	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	<p>การนำเสนอแผนภูมิแท่ง มีความชัดเจนสมบูรณ์ แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และมีรายละเอียดครบถ้วน ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ชื่อแผนภูมิ - เส้นแสดงจำนวน - เส้นแสดงรายการ - รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่แสดงจำนวนของแต่ละรายการ <p>รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปต้องมีความกว้างเท่ากัน เริ่มต้นจากระดับเดียวกันที่ 0 ในกรณีเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ จะต้องระบายสีหรือแรเงาในแท่งสี่เหลี่ยมให้ต่างกัน เพื่อแสดงว่าแท่งใดเป็นของกลุ่มใด และระบุข้อมูลไว้ด้านข้างของแผนภูมิ</p>
3 (ดี)	การนำเสนอแผนภูมิแท่ง มีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์ แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และมีรายละเอียดครบถ้วนเกือบทั้งหมด (ไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง)
2 (พอใช้)	การนำเสนอแผนภูมิแท่ง มีความชัดเจนในบางส่วน แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน และมีรายละเอียดครบถ้วนเกือบทั้งหมด (ไม่ถูกต้อง 2 ตำแหน่ง)
1 (ต้องปรับปรุง)	การนำเสนอเพื่อแปลความหมายของแผนภูมิแท่ง ไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด) แสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจนบางประเด็น และยังขาดรายละเอียดในบางประเด็น (ไม่ถูกต้อง 3 ตำแหน่งขึ้นไป)

ในกรณีของตารางสองทางจะใช้เกณฑ์สำหรับด้านการนำเสนอข้อมูลดังนี้

3. ด้านการนำเสนอ	
คะแนน (ความหมาย)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางให้สมบูรณ์และสามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้องทั้งหมดทุกตำแหน่ง
3 (ดี)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางให้สมบูรณ์และสามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ (ไม่ถูกต้อง 1 ตำแหน่ง)
2 (พอใช้)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางให้สมบูรณ์และสามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้องบางส่วน (ไม่ถูกต้อง 2 ตำแหน่ง)
1 (ต้องปรับปรุง)	การเติมข้อมูลในตารางสองทางไม่สมบูรณ์และไม่สามารถอ่านตารางสองทางเพื่อตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง (ไม่ถูกต้อง 3 ตำแหน่งขึ้นไป)



แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถ
ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง 1. แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามแบบเลือกตอบ รวม 3 ประเด็นคำถาม จำนวนทั้งสิ้น 14 ข้อ โดยมีระดับความพึงพอใจเพื่อเลือกตอบดังนี้

ระดับ	ความหมาย	ระดับความพึงพอใจ
5	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
4	หมายถึง	พึงพอใจมาก
3	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
2	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
1	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 แบบสอบถามแบบปลายเปิดเพื่อแสดงข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

1. การตอบแบบสอบถามนี้ใช้เพื่อประโยชน์ทางการวิจัยเท่านั้น **ไม่มี**ผลต่อการเรียนของผู้เรียนแต่อย่างใด และ**ไม่มี**คำตอบใดถูกหรือผิด จึงขอความกรุณาให้ผู้เรียนตอบคำถามตามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก

ตอนที่ 1 จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจของผู้เรียนโดยเลือกคำตอบเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น

ประเด็น	ข้อความคำถาม	ระดับความพึงพอใจ ของนักเรียน				
		5	4	3	2	1
ด้านบรรยากาศ การเรียนรู้	1. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม					
	2. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง					
	3. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน					
	4. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ					
	5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้น					

ประเด็น	ข้อความคำถาม	ระดับความพึงพอใจ ของนักเรียน				
		5	4	3	2	1
ด้านการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา					
	7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถ ในการใช้ภาษา สัญลักษณ์ แนวคิดและการนำเสนอ ทางคณิตศาสตร์					
	8. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนกล้าคิดกล้าตอบ					
	9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถอธิบายและสรุปวิธีการแก้ปัญหาที่ หลากหลาย					
	10. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหา มากขึ้น					
ด้านประโยชน์ที่ ได้รับ	11. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					
	12. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเองได้					
	13. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน					
	14. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดี ต่อวิชาคณิตศาสตร์					

ตอนที่ 2 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวปัทสรา แจ่มใส
วัน เดือน ปี เกิด	27 กุมภาพันธ์ 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) คณะวิทยาศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	74 หมู่ 1 ตำบลดอนขมิ้น อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี 71120

