

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนขลุ่ยระนาดวิทยาคม จ.จันทบุรี

กัณฑ์วรรณ ษ์องย่า

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สิงหาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ กัณฑ์วรรณ น้อยง่า ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต เลิศประไพ)
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร. จุฑาพร เนียมวงษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อำพล ธรรมเจริญ)
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต เลิศประไพ)
.....กรรมการ
(ดร. จุฑาพร เนียมวงษ์)
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัฐ ศรีสุข)
วันที่ ๕ เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตครู
ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สกวค.)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยความเรียบร้อย โดยได้รับความช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต เลิศประไพ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.จุฑาพร เนียมวงษ์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ท่านทั้งสองได้ให้คำแนะนำ ความคิดเห็น ข้อควรปรับปรุง วิทยานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนจบ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่านกรรมการสอบปากเปล่า รองศาสตราจารย์ ดร.อำพล ชรรณเจริญ และ รองศาสตราจารย์เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร รวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาคนิมิต อรรถศรีวร และอาจารย์จิราภรณ์ จันทกิจ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ยิ่งกับการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ โรงเรียนขลุงรัชดาภิเษก จ.จันทบุรี ครู บุคลากรทางการศึกษาและนักเรียนทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือ สนับสนุน อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ บุคลากรคณะวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ ฝ่ายทะเบียน มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความสนับสนุน ช่วยเหลือ ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โครงการ สกว. ที่สนับสนุนทุนการศึกษาเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุทัศน์ คุณแม่สำรวย ฌ็องย่า เป็นอย่างสูงที่เป็นผู้ให้ทั้งกำลังใจ และสติปัญญาจนก้าวเข้าสู่ความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณครู อาจารย์ทุกท่านและผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ช่วยอบรม สนับสนุน จนกระทั่งสามารถพบความสำเร็จครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมี ขอให้ท่านมีกำลังใจ ทำความดีงามให้กับชีวิตตนเองและผู้อื่น ยิ่งขึ้นไป

กัณดาพรรณ ฌ็องย่า

53990135: สาขาวิชา: คณิตศาสตร์ศึกษา; วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)

คำสำคัญ: คำถามปลายเปิด/ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์/ ชุดกิจกรรม

กัณฑ์ธารณ์ นื่องย่า: ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนขลุงรัชดาภิเษก จ.จันทบุรี (INSTRUCTIONAL PACKAGE USING OPEN-ENDED QUESTIONS FOR ENCOURAGING CREATIVE THINKING IN MATHEMATICS OF SECONDARY EDUCATION STUDENTS AT KHLUNGRATCHADAPISAK SCHOOL, CHANTHABURI PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สาธินี เลิศประไพ, ปร.ด., จุฑาทพร เนียมวงษ์, Ph.D. 244 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนขลุงรัชดาภิเษก จ.จันทบุรี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และเพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิด ขอบเขตเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ ได้แก่ ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริมาณและความไม่แน่นอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขลุงรัชดาภิเษก จ.จันทบุรี จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามสัดส่วน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิด แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การทดสอบทวินาม

ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดมีประสิทธิภาพ 78.27/78.40 และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนทั้งหมด 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์สมมุติฐานที่ตั้งไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

53990135: MAJOR: MATHEMATICS EDUCATION; M.Sc. (MATHEMATICS EDUCATION)

KEYWORDS: OPEN-ENDED QUESTIONS/ CREATIVE THINKING IN MATHEMATICS/ INSTRUCTIONAL PACKAGE

KANTATHON KHONGYAM: INSTRUCTIONAL PACKAGE USING OPEN-ENDED QUESTIONS FOR ENCOURAGING CREATIVE THINKING IN MATHEMATICS OF SECONDARY EDUCATION STUDENTS AT KHLUNGRATCHADAPISAK SCHOOL, CHANTHABURI PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE: SATINEE LERTPRAPAI, Ph.D., JUTAPORN NEAMVONK, Ph.D. 244 P. 2017.

The purposes of this research were to construct instructional package using open-ended questions for encouraging creative thinking in mathematics of secondary education students at Khlungratchadapisak school, Chanthaburi province with a required efficiency of 70/70 and to study creative thinking in mathematics of secondary education students after using instructional package. Mathematics contents in this research were Space and Shape, Change and Relationships, Quantity and Uncertainty. The samples of 30 secondary education students of this study were drawn by proportional stratified random sampling from the total secondary education students in the first semester of academic year 2015 at Khlungratchadapisak school, Chanthaburi province. The instruments of this work were instructional package using open-ended question; a creative thinking in mathematics test, and creative thinking behavior observation form. The Binomial test statistic was applied to analyze the data.

The results revealed that the instructional package had the efficiency 78.27/78.40. In terms of creative thinking score, there are 30 students (100%) having more than 70% of total score. This indicated that the numbers of student having the score followed the criteria were statistically more than 60% of the total students.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์.....	3
สมมุติฐานการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
คำถามปลายเปิด.....	7
ความหมายของคำถามปลายเปิด.....	7
ความสำคัญของคำถามปลายเปิด.....	8
ลักษณะและประเภทของคำถามปลายเปิด.....	10
การสร้างคำถามปลายเปิด.....	13
การประเมินการตอบคำถามปลายเปิด.....	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามปลายเปิด.....	18
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	22
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	22
การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	24
แนวทางการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์....	28
การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	35

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน.....	41
ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน.....	41
ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน.....	42
ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน.....	44
ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน.....	46
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	48
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	49
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	57
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	69
สรุปผลการวิจัย.....	70
อภิปรายผล.....	70
ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยครั้งนี้.....	71
ข้อเสนอแนะทั่วไป.....	72
ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยครั้งต่อไป.....	72
บรรณานุกรม.....	74
ภาคผนวก.....	80
ภาคผนวก ก.....	81
ภาคผนวก ข.....	87
ภาคผนวก ค.....	98
ภาคผนวก ง.....	116
ภาคผนวก จ.....	242
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	244

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	เกณฑ์การให้คะแนนลักษณะความคิดคล่องของปรีชา เนาว์เย็นผล..... 33
2	เกณฑ์การให้คะแนนลักษณะความคิดยืดหยุ่นของปรีชา เนาว์เย็นผล..... 34
3	เกณฑ์การให้คะแนนลักษณะความคิดริเริ่มของปรีชา เนาว์เย็นผล..... 34
4	เกณฑ์การให้คะแนนลักษณะความคิดละเอียดลออ..... 35
5	เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการความคิดคล่อง..... 55
6	เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการความคิดยืดหยุ่น..... 55
7	เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการความคิดริเริ่ม..... 56
8	เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมการความคิดละเอียดลออ..... 56
9	เกณฑ์การให้คะแนนสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดคล่อง..... 58
10	เกณฑ์การให้คะแนนสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดยืดหยุ่น..... 58
11	เกณฑ์การให้คะแนนสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดริเริ่ม..... 59
12	เกณฑ์การให้คะแนนสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดละเอียดลออ..... 59
13	ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาจากคะแนนพฤติกรรมการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 กิจกรรม..... 65
14	ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนจากการสัมภาษณ์หลังการทดสอบ..... 66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
15	<p>คำร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อยทั้ง 10 กิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคลทั้ง 10 กิจกรรม การสัมภาษณ์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์.....</p>	67
16	<p>ผลการทดสอบทวินาม (Binomial Test) เพื่อทดสอบว่าหลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้วมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด.....</p>	68
17	<p>ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์....</p>	88
18	<p>ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ.....</p>	94
19	<p>ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน.....</p>	96
20	<p>คะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากการปฏิบัติกิจกรรมทั้ง 10 กิจกรรม.....</p>	99
21	<p>คะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย ทั้ง 10 ชุดกิจกรรม.....</p>	101
22	<p>คะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล ทั้ง 10 ชุดกิจกรรม.....</p>	103
23	<p>คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....</p>	105
24	<p>คะแนนจากการสัมภาษณ์หลังทดสอบด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....</p>	107
25	<p>คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากคะแนนการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนสัมภาษณ์.....</p>	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
26	คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ชุด.....	111
27	คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนจากการประเมินหลังเรียนด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ชุด.....	113

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 รายการพัฒนาวิธีสอนทางคณิตศาสตร์ในประเทศสิงคโปร์.....	8
2 การสร้างคำถามปลายเปิดโดยประยุกต์จากคำถามปลายปิด.....	13
3 ตัวอย่างการสร้างคำถามปลายเปิด.....	14

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

โลกของการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปในศตวรรษที่ 21 เกิดจากความก้าวหน้าในเชิงวิชาการและวิวัฒนาการของเครื่องมือสื่อสารรวมไปถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้ข้อมูลความรู้ที่ค้นพบและสร้างขึ้นมีปริมาณมากขึ้นอย่างเท่าทวีคูณ และถูกกระจายออกไปทั่วโลกอย่างรวดเร็ว ขอบเขต ทำให้ความรู้พื้นฐานสามารถต่อยอดไปยังความรู้ใหม่ๆ ครูจึงจำเป็นต้องพัฒนาตนเองโดยอาจสร้างสื่อหรือรูปแบบการสอนที่สามารถส่งเสริมการสร้างทักษะที่จำเป็นให้กับนักเรียน เพื่อให้มีความรู้ ความคิดที่เท่าทันการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว ซึ่งทักษะต่างๆ ที่จำเป็นมีนักการศึกษาได้คิดและอธิบายไว้หลากหลายทักษะ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creative Thinking and Innovation) การสื่อสารและการร่วมมือ (Communication and Collaboration) (เครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21, 2554, หน้า 2) ซึ่งหนึ่งในพื้นฐานของทักษะที่จำเป็นดังกล่าวคือ ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking)

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวคนทุกคนและสามารถส่งเสริมคุณลักษณะนี้ให้พัฒนาสูงขึ้นได้โดยการสอนฝึกฝนและการฝึกปฏิบัติที่ถูกต้อง ยิ่งได้รับการส่งเสริมตั้งแต่เยาว์วัยได้เร็วเท่าใดก็จะเป็นผลดีเท่านั้น (Torrance, 1965 อ้างถึงใน อารี พันธุ์มณี, 2547, หน้า 2) ซึ่งสอดคล้องกับกิลฟอร์ด (Guilford, 1967, pp. 145-151) ที่ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง หรือแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญา (The structure of intellect model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่อธิบายว่า ในบรรดาสมรรถภาพทางสมองเหล่านั้น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทางที่เรียกว่าลักษณะการคิดแบบกระจาย (divergent thinking) ซึ่งประกอบด้วยความคิดคล่อง (fluency) เป็นความสามารถในการคิดเพื่อให้ได้ผลเฉลย (solution) จำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี ผลเฉลยจำนวนมากนั้นเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วของสมองของนักเรียนที่จะค้นเอาผลเฉลยของปัญหาออกมา ซึ่งกิลฟอร์ดเชื่อว่าผู้ที่มีความคิดคล่องมากจะมีโอกาสสร้างผลเฉลยที่แปลกและเฉียบคมได้มากกว่าผู้ที่มีความคิดคล่องน้อยกว่า ส่วนความคิดยืดหยุ่น (flexibility) เป็นความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนผลเฉลยตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือกหรือนำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไปจึงนับได้

ว่าความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นต่างก็เป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ สำหรับความคิดริเริ่ม (originality) เป็นลักษณะของความคิดแปลกใหม่ เกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น โดยไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น องค์ประกอบสุดท้ายคือความคิดละเอียดลออ (elaboration) เป็นการคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ที่ได้ให้ความสำคัญกับการคิดและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยกำหนดไว้ในมาตรา 24 หมวดที่ 4 ว่าด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างน้อย 2 ใน 6 ข้อ คือ (1) ฝึกทักษะกระบวนการจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา และ (2) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้คิดเป็นทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543, หน้า 13) และเพื่อให้บรรลุผลตามเป้าหมายของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนไว้ 6 สาระ โดยความคิดสร้างสรรค์อยู่ในสาระที่ 6 มาตรฐาน 6.1 ที่ว่าความสามารถในการแก้ปัญหา การใช้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดสร้างสรรค์

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical creative thinking) เป็นมาตรฐานการเรียนรู้หนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะได้เรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะ “เด็กที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในวันนี้ จะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สูงในวันหน้า” (อริ พันธมณี, 2547, หน้า 47-48) แต่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ครูมุ่งเน้นเนื้อหาคณิตศาสตร์มากกว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผลการประเมินนักเรียนไม่ว่าจะเป็นระดับนานาชาติหรือระดับชาติ (TIMSS/PISA) ชี้ว่านักเรียนไทยมีผลการประเมินต่ำทุกวิชาและมีแนวโน้มลดลง แสดงว่าระบบโรงเรียนไม่สามารถให้การศึกษามีคุณภาพและไม่สามารถเตรียมพร้อมนักเรียนให้เป็นต้นทุนกำลังคนที่มีศักยภาพในการแข่งขันในประชาคมโลกในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 1-4) ผลการประเมินของ PISA มีความหมายต่ออนาคตของประเทศชาติ ประเทศสมาชิก OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) ถือว่าผลการประเมินนี้เป็น “นาฬิกาปลุก” ให้ประเทศในโลกรุดหน้าแล้ว (Developed world) ระลึกรู้ว่าจะไม่มีต้นทุนกำลังคน (Human capital) อย่างที่เคยเป็นมาอีกต่อไปแล้ว ในโลกที่การแข่งขันเป็นไปอย่างเข้มข้น ประเทศจำเป็นต้องทำงานอย่างหนักเพื่อคงไว้ซึ่งคนที่

มีความรู้และทักษะที่โลกยุคใหม่ต้องการ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 17) หนึ่งในแนวทางการยกระดับคุณภาพการศึกษาของนักเรียนคือเปลี่ยนวิธีการสอบและประเมินผลให้สะท้อนเป้าหมายของการเรียนการสอนและหลักสูตร (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 42-43) ซึ่งคำถามปลายเปิด (Open-ended Problems) เป็นลักษณะของข้อสอบที่ใช้วัดความรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) ในการทดสอบระดับชาติเช่น PISA

คำถามปลายเปิด เป็นลักษณะคำถามที่มีคำตอบถูกต้องหลายคำตอบ หรือ มีวิธีการค้นหาคำตอบและกระบวนการแสดงวิธีหาคำตอบที่หลากหลาย อาทิเช่น Ron (2000, p.3) ได้กล่าวว่าคำถามปลายเปิดจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด โดยคำตอบที่ได้จะมีหลายคำตอบ ที่มาของคำตอบก็มิได้หลายวิธี นับเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างสร้างสรรค์ จึงควรใช้คำถามปลายเปิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียน (ปานจิต รัตนพล, 2547, หน้า 90) แม้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นหนึ่งในทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แต่จากปัญหาของโรงเรียนขลุ่ยรัชดาภิเษก ซึ่งมีนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 12 ห้องเรียน พบว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้หลายเรื่องและด้วยเวลาเรียนที่มีจำกัดในแต่ละภาคเรียน ทำให้ครูผู้สอนไม่ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นับเป็นสิ่งสำคัญที่ถูกละเลย ผู้วิจัยจึงจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ชุดนี้ขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย อีกทั้งยังได้ฝึกอธิบายแนวคิดของตนอย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยคาดหวังว่าผลจากการวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิด

สมมุติฐานการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีค่าประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 70/70

2. หลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนชลบุรีราชดาภิเษก จำนวน 300 คน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 17 จังหวัดจันทบุรี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนชลบุรีราชดาภิเษก โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จัดแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเก่งคือนักเรียนที่มีผลการเรียน 3.5-4 ได้จำนวน 80 คน นักเรียนกลุ่มปานกลางคือนักเรียนที่มีผลการเรียน 2-3 ได้จำนวน 120 คนและนักเรียนกลุ่มอ่อนคือนักเรียนที่มีผลการเรียน 0-1.5 ได้จำนวน 100 คน จากนั้นใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้นตามสัดส่วน (Proportional Stratified Random Sampling) โดยให้กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 30 คน ดังนั้น ได้กลุ่มตัวอย่างจากกลุ่มเก่งจำนวน 8 คน กลุ่มปานกลางจำนวน 12 คน และกลุ่มอ่อนจำนวน 10 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยใช้เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 เรื่อง ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริมาณ และความไม่แน่นอน เพราะเป็นเนื้อหาที่ต้องใช้จริงนอกห้องเรียนในอนาคต (โครงการ PISA สสวท, 2009)

3. ตัวแปรที่ต้องการศึกษาประกอบด้วย

ตัวแปรต้น คือ ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิด

ตัวแปรตาม คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. ระยะเวลาทดลอง ใช้เวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดอีก 20 ชั่วโมง (10 ชุด ชุดละ 2 ชั่วโมง) ทำแบบทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง และสัมภาษณ์นักเรียนรายบุคคลอีก 3 ชั่วโมง ดำเนินการทดลองนอกเวลาเรียนปกติ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิด หมายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้คำถามปลายเปิดในขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เน้นการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง คือ ประเมินในสิ่งที่ผู้เรียนได้รู้และสามารถทำได้ ประเมินตรงตามวัตถุประสงค์ มีกิจกรรมการสอนที่เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตหรือสถานการณ์จริง ส่งเสริมความกว้างขวางของคำตอบมากกว่าคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถูกกระตุ้นโดยคำถามปลายเปิด เน้นให้นักเรียนคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มและคิดละเอียดลออ

3. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 4 ลักษณะ ได้แก่ ความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มและคิดละเอียดลออ

4. แบบสังเกตพฤติกรรมการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงแบบสังเกตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบบันทึกคะแนนปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน โดยการวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาในด้านความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มและคิดละเอียดลออ

5. เกณฑ์ หมายถึงร้อยละ 70 ของคะแนนรวมทั้งหมด กล่าวคือ ถ้านักเรียนได้คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด ถือว่าผู้นั้นสอบผ่านเกณฑ์

6. เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึงระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็จะมีคุณค่าแก่การนำไปสอนนักเรียน โดย

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาจากการฝึกปฏิบัติกิจกรรม หรืองานที่ทำระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนขลุ่ยระนาดภิเษก จ.จันทบุรี ผู้วิจัย ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย โดยแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

1. คำถามปลายเปิด
 - 1.1 ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับคำถามปลายเปิด
 - 1.2 ความสำคัญของคำถามปลายเปิด
 - 1.3 ลักษณะและประเภทของคำถามปลายเปิด
 - 1.4 การสร้างคำถามปลายเปิด
 - 1.5 การประเมินการตอบคำถามปลายเปิด
 - 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามปลายเปิด
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 แนวทางการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.4 การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
 - 3.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
 - 3.2 ส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
 - 3.3 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
 - 3.4 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. คำถามปลายเปิด

1.1 ความหมายของคำถามปลายเปิด

นักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคำถามปลายเปิดไว้ดังนี้

Badger (as cited in Hafizah, 2012) ได้กล่าวถึงคำถามปลายเปิดว่า คำถามปลายเปิดไม่ใช่รูปแบบของคำถามที่ต้องการคำตอบถูกต้องเพียงข้อเดียว และไม่ใช่คำถามที่จะตอบนอกประเด็นได้ เพราะคำถามปลายเปิดต้องการความคิดรวบยอด กระบวนการและทักษะที่เกิดจากการสอนที่เน้นเนื้อหาสำคัญ และความคิดที่ซับซ้อนเพื่อสร้างคำตอบที่หลากหลาย

Robyn, Peter, and Judy (2001) ได้ให้ความหมายของคำถามปลายเปิดไว้ว่า เป็นคำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายข้อโดยที่นักเรียนสามารถตอบได้ตามความเข้าใจของตนเอง ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงระดับความเข้าใจที่แท้จริงของนักเรียน

Ron (2000) ได้กล่าวว่าคำถามปลายเปิดคือคำถามหรือปัญหาที่มีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบและมีวิธีการได้มาซึ่งคำตอบมากกว่าหนึ่งวิธี โดยมีความคาดหวังว่านักเรียนจะต้องอธิบายคำตอบหรือวิธีการหาคำตอบของตนเองได้

Bronislava and Petr (2011) ได้กล่าวว่าคำถามปลายเปิดคือคำถามที่มีวิธีหาคำตอบได้อย่างหลากหลาย โดยนักเรียนมีอิสระในการตอบคำถาม

Moon and Schulman (1995) กล่าวว่า คำถามปลายเปิดมีมากกว่าหนึ่งคำตอบและ/หรือสามารถหาคำตอบได้หลากหลายวิธี

เจนสมุทร แสงพันธ์ (2548) กล่าวว่า คำถามปลายเปิดหมายถึง คำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงคำตอบและวิธีการอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหา เป็นคำถามที่กระตุ้นการคิดและการตัดสินใจ และให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันสามารถทำหรือแก้ปัญหาได้ด้วยความรู้ความสามารถของตนเอง โดยการตั้งสมมติฐานคำตอบ การพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาและสื่อสารความคิดด้วยตัวของตัวเอง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2543) ได้กล่าวว่า คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบเปิดกว้าง มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี

ปานจิต รัตนผล (2547) ได้ให้ความหมายของคำถามปลายเปิดไว้ว่า เป็นคำถามที่มีคำตอบที่เป็นไปได้มากกว่าหนึ่งคำตอบและสามารถใช้วิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี โดยในการแก้ปัญหานั้นจะให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือกใช้วิธีหาคำตอบด้วยตนเอง พร้อมทั้งอธิบายที่มาของคำตอบหรือเหตุผลของตนเอง

จากที่กล่าวมาแล้วนั้นสามารถสรุปความหมายของคำถามปลายเปิดได้ว่า คำถามปลายเปิด คือ คำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเองไม่ถูกจำกัดด้วยตัวเลือกหรือกระบวนการคิด นักเรียนจะได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมาเพื่อหาคำตอบ จุดประสงค์ของคำถามต้องเน้นความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียน ซึ่งคำตอบจะทำให้ผู้สอนทราบระดับความเข้าใจของนักเรียนเป็นอย่างดี

1.2 ความสำคัญของคำถามปลายเปิด

จากความหมายของคำถามปลายเปิดที่มีลักษณะให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้มาหาคำตอบ จึงทำให้นักวิจัยหลายท่านให้ความสำคัญกับคำถามปลายเปิดไว้ดังนี้

Foong (2000) กล่าวว่าแนวคิดเริ่มต้นให้มีการใช้คำถามปลายเปิดในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมการแสดงความคิดเห็นทางคณิตศาสตร์นั้นเริ่มในปี 1980 โดย NCTM กำหนดเป็นรูปแบบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเป็นภาระงานที่จะต้องทำ (Agenda For Action) ในประเทศสหรัฐอเมริกา ตามด้วย Cockroft Report ในประเทศอังกฤษ หลังจากนั้นจึงเกิดการเผยแพร่รูปแบบของการใช้คำถามปลายเปิดไปทั่วโลก รวมถึงประเทศสิงคโปร์ด้วย ซึ่งแน่นอนว่าผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์ระดับชาติ (TIMSS) ประเทศสิงคโปร์ได้คะแนนเป็นอันดับหนึ่งจาก 40 ประเทศ แม้ว่าผลการประเมินจะออกมาดีแต่รัฐมนตรีกระทรวงศึกษาธิการของประเทศสิงคโปร์ก็จัดตั้งทีมพัฒนาหลักสูตรในโรงเรียนเพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนในยุคศตวรรษที่ 21 โดยในการปฏิรูปหลักสูตรใหม่นั้นเน้นที่กระบวนการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ และหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงนั้นก็คือการกำหนดให้ใช้คำถามปลายเปิดแทนการใช้คำถามปลายปิดดังภาพที่ 1

<i>From</i>	<i>To</i>
> <i>Teacher/text steered</i>	> <i>Pupil participation</i>
> <i>Isolated problems</i>	> <i>Themes & integration</i>
> <i>Rules</i>	> <i>Insight</i>
> <i>Formal maths</i>	> <i>Maths in real-life context</i>
> <i>Model problems</i>	> <i>Creative problems</i>
> <i>Preproduced problems</i>	> <i>Pupil produced problems</i>
> <i>'Closed' problems</i>	> <i>'Open' problems</i>
> <i>Individual work</i>	> <i>Group project work</i>

ภาพที่ 1 รายการพัฒนาวิธีสอนทางคณิตศาสตร์ในประเทศสิงคโปร์

ที่มา: Foong (2000).

Hafizah (2012) กล่าวว่า คำถามที่ใช้ในระดับมหาวิทยาลัยควรเป็นคำถามที่สามารถวัดทักษะการคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์ นักเรียนจะต้องอธิบายเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุน

คำตอบของตนซึ่งจะนำไปสู่ความสามารถในการตัดสินใจ ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะตัวของคำถามปลายเปิด ที่สามารถกระตุ้นการคิดสร้างสรรค์และช่วยให้นักเรียนคิดละเอียดลออครอบคลุมเนื้อหาที่ตนได้เรียน

Robyn et al. (2001) กล่าวว่า หลายประเทศในแถบตะวันตกพบปัญหานักเรียนหยุดหรือปิดกั้นตัวเองเมื่อทราบว่าจะถึงคาบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนก็รู้สึกไม่พึงพอใจในงานของตนเพราะมีภาระงานที่จะต้องตรวจการบ้านนักเรียนมาก จึงเป็นที่มาของการหาวิธีสอน วิธีเรียนและวิธีประเมินผลในรูปแบบใหม่ วิธีหนึ่งนั่นก็คือคำถามปลายเปิด ซึ่งนับเป็นก้าวกระโดดที่สำคัญของวิธีสอนและวิธีประเมินผลที่แตกต่างจากเดิม และยังเป็นวิธีที่มีศักยภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการเรียนรู้

Silver (as cited in Toshihiro, 2000) กล่าวว่า คำถามปลายเปิดดีสำหรับนักเรียนในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนสามารถเขียนคำตอบได้หลากหลายและสะท้อนความรู้เดิมจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ในคำถามปลายเปิด

Takeshi (2006) กล่าวถึงกระบวนการสอนที่ดีในหนังสือ A Study of “Good” in Mathematics teaching in Japan ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดหรือกระบวนการเปิดนับเป็นกระบวนการสอนที่ดีของประเทศญี่ปุ่น

Wendy and Nicole (2004) กล่าวว่า คำถามปลายเปิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ ใช้กระบวนการที่มีเหตุผล และได้ใช้ทักษะการสื่อสารและการแก้ปัญหาในแนวทางของตนเอง เพราะคำถามปลายเปิดมีช่วงของคำตอบที่เปิดกว้าง ให้กระบวนการคิดได้อย่างหลากหลายมากกว่าการประเมินผลแบบเดิม นอกจากนี้คำถามปลายเปิดยังช่วยให้ครูทราบระดับความเข้าใจคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2548) กล่าวว่า คำถามปลายเปิด เปิดโอกาสให้นักเรียนจำนวนมากสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเต็มศักยภาพ เพราะนักเรียนสามารถสร้างปัญหาของตนได้จากสถานการณ์ปลายเปิดที่กำหนดให้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถมีประสบการณ์ที่ยาวนานในการแก้ปัญหาแต่ละครั้ง ได้ ซึ่งทำให้เพิ่มความเชื่อมั่นของนักเรียนจำนวนมากว่าทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งความเชื่อมั่นนี้เป็นองค์ประกอบสำคัญของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งน่าจะส่งเสริมการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนได้

สรุปได้ว่า คำถามปลายเปิดเป็นวิธีประเมินผลที่มีศักยภาพในการพัฒนาการเรียนรู้ เป็นวิธีที่เหมาะสมต่อการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ในตัวนักเรียนและยังทำให้นักเรียนทุกคนทำข้อสอบได้อย่างเต็มศักยภาพของตนเอง

1.3 ลักษณะและประเภทของคำถามปลายเปิด

ลักษณะของคำถามปลายเปิด

จุดเด่นของคำถามปลายเปิดคือสามารถดึงเอากระบวนการออกมาจากนักเรียนได้มาก และสามารถนำนักเรียนไปสู่การค้นพบสูตร กฎและหลักการทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวนักเรียนเอง อันจะเป็นการช่วยขยายความ “ความหมายของการเรียนรู้ด้วยตนเอง” ของนักเรียนที่เป็นรูปธรรมที่สุด จุดเน้นที่สำคัญของปัญหาปลายเปิดคือ “ไม่ได้เน้นการได้มาเพียงคำตอบ แต่เน้นไปที่การค้นหาวิธีคิดที่แตกต่างกันที่นำไปสู่คำตอบ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2548, หน้า 2-3) ทำให้มีการใช้คำถามปลายเปิดในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ไปทั่วโลก โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละประเทศ เช่น กระบวนการเรียนแบบสืบเสาะในประเทศอังกฤษ กระบวนการเรียนคณิตโดยใช้สถานการณ์จริงในเนเธอร์แลนด์, นอร์เวย์และเดนมาร์ก เป็นต้น (Foong, 2000, p. 52) ด้วยชื่อเรียกที่แตกต่างกันแต่วิธีการคล้ายกันจึงมีนักการศึกษาอธิบายลักษณะของคำถามปลายเปิดไว้ดังนี้

Cooney (as cited in Hafizah, 2012) กล่าวถึงลักษณะของคำถามปลายเปิดว่า จะต้องมียอดประกอบคือ

1. จะต้องมีความคิดรวบยอดสำคัญเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน การประเมินผลต้องตรงจุดเน้น จุดสำคัญ มีจุดประสงค์ได้หลายข้อและต้องเชื่อมโยงหัวข้อให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริงเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้อธิบายความเข้าใจของตนเอง
2. คำถามปลายเปิดสามารถมีคำตอบได้หลายคำตอบ และต้องการให้นักเรียนอธิบายกระบวนการคิดซึ่งจะก่อให้เกิดการตอบกลับหรือการโต้ตอบที่หลากหลายเพราะนักเรียนแต่ละคนคิดไม่เหมือนกัน เช่น คำถามที่ว่า “รูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีมุมฉากได้หรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ” โดยทั่วไปนักเรียนจะมุ่งความสนใจไปที่มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมและจะสรุปว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะมุมภายในจะรวมกันได้ 270 องศา แต่มีเด็กนักเรียนหนึ่งคนตอบว่า “ไม่ เพราะถ้ามีหนึ่งมุมฉากจะทำให้รูปสามเหลี่ยมมีด้านตรงข้ามมุมฉาก ซึ่งจะต้องเป็นด้านที่ยาวที่สุด ทำให้ไม่สอดคล้องกับคำถามที่บอกว่าเป็นสามเหลี่ยมด้านเท่า
3. คำถามปลายเปิดต้องการทักษะการสื่อสารเพื่ออธิบายเหตุผล เหตุผลสำคัญที่เลือกใช้คำถามปลายเปิดเพราะต้องการให้นักเรียนมีโอกาสสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นว่าแต่ละคนคิดอย่างไร เช่น “แมรีกล่าวว่าสามารถคำนวณหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม 30-60-90 ได้ทุกรูปถึงแม้ว่าจะทราบความยาวด้านเพียงด้านเดียว แมรีกล่าวถูกหรือผิด จงอธิบายคำตอบ” ตัวอย่างหนึ่งของคำตอบคือ “แมรีกล่าวถูก เพราะถ้าคุณรู้ความยาวของหนึ่งด้าน คุณสามารถหารหรือคูณด้วย $\sqrt{3}$ หรือ 2 หลังจากนั้น นำความสูงที่ได้คูณความยาวฐานแล้วหารด้วย 2 คุณก็จะได้พื้นที่ของ

รูปสามเหลี่ยมดังกล่าว” ส่วนเด็กอีกคนให้คำอธิบายว่า “เมรีกล่าวผิด เพราะมุมที่โจทย์กำหนดต่างก็มีขนาดแตกต่างกัน ดังนั้นความยาวด้านจึงแตกต่างกัน การที่รู้ความยาวด้านเพียงด้านเดียวทำให้ไม่สามารถหาพื้นที่ได้ คุณจำเป็นต้องรู้ความยาวของสองด้าน (ความสูงและความยาวฐาน) จึงจะหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมดังกล่าวได้” จากคำตอบทำให้ครูทราบ ว่า นักเรียนคนแรกค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างด้านของรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม 30-60-90 ในขณะที่นักเรียนคนที่สองไม่ได้ตระหนักในจุดนี้จึงไม่พบความสัมพันธ์ และในขณะที่นักเรียนสื่อสารแลกเปลี่ยนเหตุผลกัน ก็จะทำให้ นักเรียนทุกคนเข้าใจเรื่องนี้ได้อย่างง่ายและสามารถใช้เหตุผลในการแก้ปัญหานี้ได้ทุกคน

4. คำถามปลายเปิดต้องใช้ภาษาที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย คำถามจะต้องมีจุดประสงค์ที่ชัดเจนแม้ว่าจะมีคำตอบได้หลายคำตอบก็ตาม เพราะแท้จริงแล้วนักเรียนต้องการรู้ว่าครูคาดหวังอะไรจากตัวพวกเขาบ้างและเขาต้องทำอะไรจึงจะอยู่ในเกณฑ์ดีของบทเรียนนี้ เนื่องจากนักเรียนไม่เคยชินกับการเขียนอธิบายความคิดดังนั้นเมื่อนักเรียนทราบจุดประสงค์ของการเรียนก็จะช่วยให้เขาพัฒนาทักษะการสื่อสาร คิววิเคราะห์ คิวสังเคราะห์ได้ดีขึ้น

5. คำถามปลายเปิดจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนน (rubric) อย่างชัดเจน แต่ละหัวข้อควรให้คะแนนอย่างน้อย 2 ช่วงคะแนนคือ ใช่หรือไม่ใช่ เนื่องจากจุดประสงค์ของคำถามปลายเปิดคือต้องการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรืออธิบายเหตุผล ดังนั้นนักเรียนควรจะได้คะแนนจากสิ่งที่นักเรียนตอบ วิธีการคือให้คะแนนนักเรียนเป็นส่วน ๆ โดยใช้เกณฑ์ของช่วงคะแนนเพื่อความยุติธรรม เน้นการให้คะแนนตรงคำอธิบาย เช่น ถ้าตอบว่าใช่ จะต้องอธิบายด้วยว่าใช่เพราะอะไร หรือไม่ใช่เพราะอะไรจึงจะได้คะแนน

Foong (2000) ได้จัดแบ่งลักษณะของคำถามปลายเปิดที่ใช้กันทั่วโลกไว้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. คำถามนั้นจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้แสดงความรู้, ทักษะและความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
2. คำถามนั้นควรที่จะมีความเข้มข้นเพียงพอที่จะท้าทายนักเรียนให้รู้จักเหตุผลและการใช้ความคิด เพื่อให้พวกเขาไปได้ไกลกว่าสิ่งที่พวกเขาคาดหวังว่าสามารถทำได้
3. คำถามนั้นควรมีช่วงคำตอบและกลยุทธ์ในการหาคำตอบอย่างหลากหลาย

ประเภทของคำถามปลายเปิด

Becker and Shimada (อ้างถึงใน ปานจิต รัตนพล, 2547) ได้แบ่งประเภทของคำถามปลายเปิดโดยใช้แนวคิดว่าเป็นคำถามที่มีคำตอบได้หลากหลาย แต่จุดประสงค์ของคำถามจะต่างกันทำให้คำถามปลายเปิดมี 3 ประเภทคือ

1. การหาความสัมพันธ์ เป็นคำถามที่ให้นักเรียนค้นหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์
2. การจำแนก เป็นคำถามที่ให้นักเรียนจำแนกแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ตามลักษณะที่แตกต่างกัน โดยใช้เกณฑ์ของนักเรียน ซึ่งนำไปสู่การสร้างมโนคติทางคณิตศาสตร์
3. การวัด เป็นคำถามที่ให้นักเรียนกำหนดการวัดเชิงตัวเลขให้กับกิจกรรม หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ คำถามชนิดนี้เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงหลายอย่างของการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งคาดหวังให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้มาก่อน นำไปใช้ในการแก้ปัญหา

Nohda (อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) ได้แบ่งคำถามปลายเปิดออกเป็น 3 ประเภท

1. กระบวนการเปิด (process is open) คำถามประเภทนี้มีแนวทางในการหาคำตอบอย่างหลากหลาย ซึ่งแน่นอนว่าคำถามทางคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นคำถามประเภทนี้แต่ครูมักจะพิจารณาเพียงคำตอบเดียวและไม่เน้นกระบวนการ ดังนั้นคำถามปลายเปิดประเภทนี้จึงมีการระบุคำถามเพื่อให้นักเรียนได้พยายามหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เช่น จงตอบคำถามด้วยวิธีการที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 วิธี เป็นต้น แนวทางการหาคำตอบที่หลากหลายนั้นทำให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมไปได้ตามความสามารถและความสนใจ นอกจากนี้การอภิปรายกลุ่มจะทำให้นักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาที่ดีกว่าเดิม
2. ผลลัพธ์เปิด (End products are open) คำถามปลายเปิดชนิดนี้มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลายคำตอบ
3. แนวทางการพัฒนาคำถามเปิด (Ways to develop are open) หลังจากที่นักเรียนได้หาคำตอบไปแล้ว นักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นคำถามใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขหรือองค์ประกอบของคำถามเดิม ด้วยแนวทางนี้นักเรียนจะสนุกกับการตั้งคำถามด้วยตนเอง อภิปรายคณิตศาสตร์กับเพื่อน ๆ ซึ่งจะเป็นกรณีทั่วไปของแนวทางการหาคำตอบที่นักเรียนคิดได้

จากการศึกษาลักษณะและประเภทของคำถามปลายเปิด สรุปได้ว่า คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายกระบวนการคิด ใช้ภาษาที่ชัดเจนเข้าใจง่าย และมีเกณฑ์คะแนนที่ชัดเจน โดยแบ่งประเภทของคำถามเป็น แบบกระบวนการเปิด และผลลัพธ์เปิด

1.4 การสร้างคำถามปลายเปิด

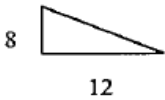
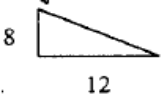
การสร้างคำถามปลายเปิดนั้นสามารถประยุกต์จากคำถามปลายปิดที่นักเรียนคุ้นเคยได้ เพียงปรับเปลี่ยนเงื่อนไขของข้อคำถามให้ต่างจากเดิมเท่านั้น ดังเช่นตารางแสดงการสร้างคำถามปลายเปิดของ Boaler (as cited in Hafizah, 2012) ในภาพที่ 2

Example of closed-ended questions	Modified to open-ended questions
<i>Which of the following numbers are prime? 7, 57, 67, 117</i>	<i>Fred thinks that 57 and 67 are prime because they both end in 7, which is a prime number. Dick says he is wrong. Who is correct and why?</i>
<i>What are the next three numbers in the following sequence? 1, 4, 7, 10, 13, __, __, __</i>	<i>Consider the following sequence: 1, 4, 7, 10, 13, Is 100 a member of this sequence? Explain your reasoning.</i>
<i>Round 37.67 to the nearest 10th.</i>	<i>Generate three different numbers that when rounded to the nearest 10th give 37.7.</i>
<i>Find the LCM of 18 and 24</i>	<i>Why can't 48 be the LCM of 18 and 24?</i>

ภาพที่ 2 การสร้างคำถามปลายเปิด โดยประยุกต์จากคำถามปลายปิด

ที่มา : Hafizah (2012).

จากภาพที่ 2 เป็นการยกตัวอย่างการเปลี่ยนรูปแบบคำถามจากคำถามปลายปิดเป็นคำถามปลายเปิด เช่น จากที่เคยถามนักเรียนว่า จำนวนใดต่อไปนี้เป็นจำนวนเฉพาะ 7, 57, 67, 117 เป็นคำถามที่ถามว่า เฟรดคิดว่า 57 และ 67 เป็นจำนวนเฉพาะ เพราะเลขทั้งสองจำนวนนี้ต่างก็ลงท้ายด้วย 7 แท้จริงแล้วจำนวนใดคือจำนวนเฉพาะ ดิคกล่าวว่าเฟรดคิดผิด นักเรียนคิดว่าใครกล่าวถูกต้อง เป็นต้น ในแนวทางเดียวกัน ปรีชา เนาว่าเย็นผล (2544) ได้แสดงตารางการปรับขยายจากคำถามปลายปิดเป็นคำถามปลายเปิดดังภาพที่ 3

ปัญหาปลายปิด	ปรับขยายเป็นปัญหาปลายเปิด
1. $(2+6) - 3 = []$	1. สร้างจำนวนใดก็ได้บ้าง จาก 2,3 และ 6
2. $3 \times 5 = []$	2. จงสร้างคำถามให้มีคำตอบเป็น 15
3. จงหาจำนวนต่อไปของลำดับ 1,2,4..	3. จงอธิบายว่า จำนวนต่อไปของลำดับ 1, 2,4,.. ควรจะเป็นจำนวนใด
4. จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม	4. จงสร้างรูปสามเหลี่ยมให้มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมรูปนี้
	
5. เราเรียกรูปที่มีห้าด้านว่ารูปอะไร	5. เราสามารถสร้างรูปเรขาคณิตอะไรก็ได้บ้าง จากส่วนของเส้นตรง 5 เส้น
6. จงเขียนกราฟของ	6. จงสำรวจศึกษากราฟของ $y = ax + b$ สำหรับค่าต่าง ๆ ของ a และ b
1) $y = 3x+5$	
2) $y = 2x-1$	
3) $y = 7-x$	
7. มีตุ๊กตา 12 ตัว จัดใส่ถุง ถุงละ 3 ตัว จัดได้กี่ถุง	7. มีตุ๊กตา 12 ตัว จัดใส่ถุง ถุงละเท่า ๆ กัน ได้กี่ถุง ถุงละกี่ตัว

ภาพที่ 3 ตัวอย่างการสร้างคำถามปลายเปิด

ที่มา: ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544).

นอกจากนี้ รุจิอาภา รุจิยาปนนท์ (2550) ได้แนะนำการสร้างคำถามปลายเปิดและการเขียนแผนการสอนดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการสร้างคำถามปลายเปิด

1. เตรียมสถานการณ์เชิงกายภาพที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรเชิงปริมาณซึ่งสามารถสังเกตความสัมพันธ์ได้
2. แทนที่จะถามนักเรียนให้พิสูจน์ทฤษฎีบทเหมือนกัน “ถ้า P แล้ว Q” เปลี่ยนปัญหานี้เป็น “ถ้า P แล้วความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนค้นพบมีอะไรบ้าง” ทั้งนี้ต้องกำหนดขอบเขตของ “สิ่งต่าง ๆ” ให้เฉพาะเจาะจงขึ้น
3. ในการสอนเกี่ยวกับทฤษฎีบท บทเรียนควรเริ่มต้นด้วยตัวอย่างที่สอดคล้องกับทฤษฎีบทหลาย ๆ ตัวอย่าง เช่น ในเรขาคณิตควรเริ่มด้วยการแสดงรูปเรขาคณิตที่สอดคล้องกับทฤษฎีบทหลาย ๆ รูป แล้วให้นักเรียนสร้างข้อความคาดการณ์จากรูปเองซึ่งจะนำไปสู่ข้อความตามทฤษฎีบท

4. แสดงรายการที่เป็นลำดับหรือตารางของข้อมูลต่าง ๆ ให้นักเรียนค้น ความสัมพันธ์หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์
5. แสดงตัวอย่างของข้อเท็จจริงที่แสดงให้เห็นแนวคิดกว้างๆกับนักเรียน ครู ยกตัวอย่างข้อเท็จจริงในด้านหนึ่งให้นักเรียนอธิบายข้อปลีกย่อยอื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับ ตัวอย่าง
6. แสดงตัวอย่างของแบบฝึกหัดหรือปัญหาที่คล้ายคลึงกันหลายๆตัวอย่าง ให้นักเรียนหาคำตอบ แล้วให้หาสมบัติที่ร่วมกันเท่าที่เป็นไปได้ของปัญหาเหล่านี้ เช่น ปัญหาการจัดการแข่งขันฟุตบอล การหาจำนวนคู่สายโทรศัพท์ การหาจำนวนเส้นทแยงมุมของรูปหลาย เหลี่ยม
7. แสดงสถานการณ์เชิงกึ่งคณิตศาสตร์ (quasi-mathematics) ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยอธิบายได้ เช่น ปัญหาการอยู่กันอย่างจัดกระจายของกลุ่มก้อนหิน ในลักษณะต่าง ๆ ให้นักเรียนอธิบายว่ากลุ่มใดมีการกระจายมากที่สุด เพราะเหตุใด ให้หาวิธีการ แก้ปัญหาโดยนำคณิตศาสตร์มาใช้อธิบาย

ข้อเสนอแนะสำหรับการเขียนแผนการสอน

1. ทำรายการสิ่งที่คาดหวังว่านักเรียนจะตอบสนองต่อปัญหา

นักเรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ที่แตกต่างกัน เมื่อเผชิญกับ สถานการณ์ปัญหาที่จะนำความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองมีอยู่มาใช้ทำความเข้าใจปัญหาและ กำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่มีความหมายในแนวทางของแต่ละคน ดังนั้นครูจะต้องจัดทำรายการ เกี่ยวกับวิธีการคิดหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่คาดว่านักเรียนจะนำมาใช้เตรียมพร้อมไว้ด้วย การ สอนของครูที่อยู่บนพื้นฐานความคิดของนักเรียนเป็นการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐาน ของความเข้าใจที่มีอยู่ก่อนแล้วย่อมเป็นแรงผลักดันให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งมั่นคง แม้ว่า วิธีการของนักเรียนอาจดูไม่เป็นแบบแผนสวยงามแต่ครูสามารถสอนต่อและคอยประทับประคอง ให้อยู่ในแนวทางที่ชัดเจนและรัดกุมยิ่งขึ้น
2. ทำจุดประสงค์ของการนำปัญหามาใช้ให้ชัดเจน

ครูควรเข้าใจบทบาทของปัญหาในแผนการสอน โดยตลอด ปัญหาสามารถใช้เป็น ประเด็นอิสระ ใช้แนะนำโนมตีใหม่ ๆ หรือใช้เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการใช้ผลรวมของ การเรียนรู้ในการแก้ปัญหา ปัญหาปลายเปิดมักใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในการแนะนำหรือใช้เป็น บทสรุปโนมตีและประมวลความรู้ สิ่งที่มีคุณค่าอีกประการหนึ่งของปัญหาปลายเปิดคือ การเปิด โอกาสให้มีวิธีคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ดังนั้นครูสามารถใช้สื่อในการแนะนำยุทธวิธีการ แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะต้องกำหนดไว้ในจุดประสงค์ให้ชัดเจน

3. ศึกษาวิธีการเสนอปัญหาเพื่อที่จะได้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหา หรือเข้าใจในสิ่งที่คาดหวังได้อย่างง่าย ๆ

ปัญหาจำต้องแบ่งและขยายออกเพื่อที่ให้นักเรียนจะได้เข้าใจง่ายขึ้นและมองเห็น แนวทางที่จะแก้ปัญห ปัญหาบางปัญหามีความซับซ้อนแม้ว่าครูจะต้องการให้นักเรียนคิดแก้ปัญห ด้วยตนเองอย่างอิสระแต่นักเรียนอาจมีประสบการณ์น้อยไม่เพียงพอที่จะแก้ปัญหได้ นักเรียนอาจ ลับสนและเลิกแก้ปัญห ซึ่งครูจะต้องหาวิธีนำเสนอปัญหาให้ง่ายขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้กับ นักเรียน

4. ทำปัญหาให้ดึงดูดความสนใจเท่าที่จะทำได้

ปัญหาจะต้องเห็น ได้ชัด ๆ และเป็นที่น่าสนใจของนักเรียน ควรสร้างแรงมุงที่กระตุ้น ความอยากรู้อยากเห็นอยากรองคิด เพราะว่าการแก้ปัญหาลายเปิดต้องใช้เวลาในการคิดและ ไตร่ตรอง ปัญหาต้องดึงดูดความสนใจเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนเอาใจจดจ่ออยู่กับการแก้ปัญห วัสดุอุปกรณ์ รูปแบบ รูปภาพและสื่ออื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันนี้สามารถเป็นสื่อช่วยทำความเข้าใจ ปัญหาและช่วยให้การแก้ปัญหเป็นไปด้วยความถูกต้อง

5. ต้องยอมให้ใช้เวลาเพียงพอที่จะที่จะสำรวจศึกษาปัญหาอย่างเต็มที่ในกลุ่มของ นักเรียน

บางครั้งต้องใช้เวลาตั้งแต่การเสนอปัญหา การอภิปรายเพื่อหาทางแก้ปัญห การได้คำตอบ และการสรุปสิ่งที่ได้รู้ ครูต้องใช้เวลาอย่างเพียงพอกับนักเรียน บทเรียนหนึ่ง ๆ ควรใช้เวลาประมาณ 2 คาบ คาบละ 40-50 นาทีเพราะนักเรียนต้องใช้เวลาในการศึกษาทำความเข้าใจปัญหา ร่วมกันอภิปรายเพื่อค้นหาสาระสำคัญ กำหนดแนวทางในการแก้ปัญห ซึ่งต้องใช้เวลา ไม่น้อยกว่า 1 คาบภายในกลุ่ม เวลาที่เหลือเป็นการนำเสนอข้อความรู้หรือข้อค้นพบของกลุ่มและ การอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกันทั้งชั้นและการให้ข้อเสนอแนะของครู

ในกรณีทั่วไปเมื่อเป็นการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ครูจะต้องจัดการและ จัดสรรเวลาอย่างระมัดระวังเพราะนักเรียนอาจนำเสนอหรืออภิปรายกันในเรื่องที่ทั้งคาดหวังและไม่ คาดหวังควรให้เวลากับนักเรียนในการแก้ปัญหอย่างเพียงพอ ปัญหาบางปัญหต้องใช้ความรู้อื่นที่ นอกเหนือไปจากบทเรียนที่กำลังเรียน บางปัญหต้องใช้เวลามากสำหรับการไตร่ตรอง

6. เลือกปัญหาให้เหมาะสมกับยุทธวิธีแก้ปัญหที่จะแนะนำ

สิ่งหนึ่งที่นักเรียนต้องกระทำเมื่อเผชิญกับปัญหาคือการเลือกและประยุกต์ยุทธวิธี ที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญห ครูต้องเลือกสถานการณ์ปัญหาให้เหมาะสมกับความรู้พื้นฐาน ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและให้เหมาะสมกับยุทธวิธีแก้ปัญหที่จะแนะนำ ครูสามารถแนะนำ

ยุทธวิธีแต่ละอย่างและช่วยนักเรียนในการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนมีความพร้อมมากขึ้น เมื่อเผชิญกับปัญหานักเรียนจะเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมด้วยตัวเอง

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างคำถามปลายเปิดทำให้ผู้วิจัยมีแนวทางในการสร้างคำถามปลายเปิดเพื่อใช้ในกระบวนการเรียนการสอนและการประเมินผลอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.5 การประเมินการตอบคำถามปลายเปิด

การประเมินการตอบคำถามปลายเปิดจะต้องประเมินทั้งความถูกต้องของคำตอบและกระบวนการได้มาซึ่งคำตอบ โดยมีนักการศึกษาคิดเกณฑ์การประเมินไว้ดังนี้

Lucille (2006) ได้จัดทำ A Mathematics Handbook: Open-Ended Questions สำหรับใช้ในโรงเรียนรัฐบาลของรัฐ New Jersey ซึ่งเป็นเกณฑ์ทั่วไปในการให้คะแนน

นักเรียนจะได้ 3 คะแนน (คะแนนเต็ม) เมื่อ นักเรียนตอบคำถามหรือตอบสนองด้วยความเข้าใจได้ครอบคลุมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในโจทย์ข้อนั้น ๆ มีกระบวนการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้ครบทุกส่วนของภาระงาน คำตอบนั้นอาจมีข้อผิดพลาดเล็กน้อยแต่ต้องมีความชัดเจนและมีประสิทธิภาพที่จะอธิบายกระบวนการได้มาซึ่งคำตอบอย่างละเอียดพอที่ผู้อ่านหรือผู้ตรวจเข้าใจได้ทันทีว่าคำตอบนั้นได้มาอย่างไรและทำไมถึงดำเนินการเช่นนั้น

นักเรียนจะได้ 2 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบคำถามหรือตอบสนองด้วยความเข้าใจได้ใกล้เคียงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในโจทย์ข้อนั้น ๆ มีกระบวนการแก้ปัญหาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของภาระงานได้บางส่วน คำตอบนั้นมีข้อผิดพลาดบางประการที่ทำให้ขาดความชัดเจนและขาดประสิทธิภาพที่จะอธิบายกระบวนการได้มาซึ่งคำตอบอย่างละเอียด ทำให้ผู้อ่านหรือผู้ตรวจไม่เข้าใจว่าคำตอบนั้นได้มาอย่างไรและทำไมถึงดำเนินการเช่นนั้น

นักเรียนจะได้ 1 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบคำถามหรือตอบสนองด้วยความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในโจทย์ข้อนั้น ๆ เพียงเล็กน้อย มีกระบวนการหาคำตอบที่ไม่สมบูรณ์และ/ หรือมีข้อผิดพลาดในประเด็นสำคัญ อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาได้ไม่สมบูรณ์ ทำให้ผู้อ่านหรือผู้ตรวจไม่เข้าใจว่าคำตอบนั้นได้มาอย่างไรและทำไมถึงดำเนินการเช่นนั้น

นักเรียนจะได้ 0 คะแนน เมื่อ นักเรียนตอบคำถามหรือตอบสนองด้วยความไม่เข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ใน โจทย์ข้อนั้น ๆ กระบวนการหาคำตอบมีข้อผิดพลาดในประเด็นสำคัญ ไม่มีการอธิบายการได้มาของคำตอบหรืออธิบายแต่ทำให้ผู้อ่านหรือผู้ตรวจไม่เข้าใจว่าคำตอบนั้นได้มาอย่างไรและทำไมถึงดำเนินการเช่นนั้น

แนวทางการให้คะแนนดังกล่าวนี้ถูกใช้เป็นแม่แบบของเกณฑ์การประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดของทุกโรงเรียนในรัฐ New Jersey ซึ่งทำให้แน่ใจได้ว่าคะแนนที่ได้นั้นมีความสอดคล้อง ยุติธรรมและถูกต้อง

Cooney (as cited in Keith, Kathy, and Denise, 2005) ได้กล่าวถึงการประเมินคำถามปลายเปิดว่า การใช้คะแนนแบบรูบริก (rubric) ในการประเมินจะทำให้ครูผู้สอนสามารถวิเคราะห์การแก้ปัญหาของนักเรียน เพราะจะทำให้ทราบว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง มีกระบวนการแก้ปัญหาด้วยวิธีใด มีความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องนี้มากน้อยแค่ไหน นอกจากนี้การแจ้งเกณฑ์การประเมินให้นักเรียนทราบจะทำให้นักเรียนพยายามพัฒนางานของตนเองให้ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินการตอบคำถามปลายเปิดทำให้ผู้วิจัยมีแนวทางในการสร้างเกณฑ์เพื่อใช้ในกระบวนการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามปลายเปิด

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำถามปลายเปิดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนี้

Sanchez (อ้างถึงใน คงรัฐ นวลเปง, 2547) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้คำถามปลายเปิดในการประเมินผลในวิชาคณิตศาสตร์ โดยต่างเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสังเกตการสอนของครู ชี้นงานต่าง ๆ ของนักเรียนไม่ว่าจะเป็นแบบทดสอบแบบฝึกหัด หรือเกรดที่ได้จากการประเมินผลนักเรียน การวิจัยทั้งสองชิ้นได้ผลการวิจัยที่เหมือนกันกล่าวคือ ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้คำถามปลายเปิดในการประเมินผลในวิชาคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความเชื่อของครู (Beliefs) ที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านการเรียนรู้ การสอนและการประเมินผล ผู้บริหาร (Authority) ผลสะท้อนจากการปฏิบัติจากตนเองและผู้อื่น (Reflectivity) ความรู้ของครูผู้สอน (Knowledge) และการบังคับหรือสั่งการจากหน่วยงานเบื้องบน (System Constraints)

Pehkonen, Eekki, Vaulamo, and Janna (อ้างถึงใน แสงจันทร์ พิษฐานุรัตน์, 2549) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาปลายเปิดคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เน้นที่บทบาทของความสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนบางคนขาดศักยภาพในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการคิดที่หลากหลาย นักเรียนจะพอใจกับการหาคำตอบที่ได้ในครั้งแรก ครูควรใช้ปัญหาแบบปลายเปิดในสถานการณ์ของห้องเรียนเพื่อส่งเสริมการคิดที่ยืดหยุ่นของนักเรียน

Luo and Chen (อ้างถึงใน ชมพูนุรักษ์ ชูเชิดรัตน์ และคณะ, 2551) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่อง เรขาคณิต พีชคณิต ในประเทศจีน โดยใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนตามแนวการปฏิบัติการศึกษาของจีน ซึ่งใช้เวลาในการเก็บข้อมูลประมาณ 7 ปี และมีการเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำซึ่งพบว่าหลังจากนักเรียนได้เรียน โดยใช้ปัญหาปลายเปิดแล้ว นักเรียนที่มีความสามารถสูงจะสามารถทำคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ได้เพิ่มสูงมากที่สุด ในขณะที่นักเรียนอีกสองกลุ่มจะมีระดับคะแนนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในปีแรก แต่เมื่อนักเรียนได้เรียน โดยใช้ปัญหาปลายเปิดอย่างต่อเนื่อง พบว่า ระดับคะแนนและความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสองกลุ่มหลังเพิ่มขึ้นอย่างเป็นที่น่าพอใจ จากการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนจำนวน 194 คน พบว่ามีนักเรียน 85% มีความพึงพอใจในการเรียนเรขาคณิตและพีชคณิต โดยการใช้ปัญหาปลายเปิด นอกจากนี้ ในการวิจัยในครั้งนี้ยังพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องจากการเรียน โดยใช้ปัญหาปลายเปิด

Boaler (อ้างถึงใน ชมพูนุรักษ์ ชูเชิดรัตน์ และคณะ, 2551) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียนที่ใช้การจัดการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาปลายเปิดและการสอนที่ใช้โครงงานเป็นฐาน (Project – based) กับโรงเรียนที่ใช้การจัดการเรียนการสอนแบบปกติในประเทศอังกฤษ ใช้วิธีการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้ การสัมภาษณ์ การสังเกตการสอน การตอบแบบสอบถาม การให้เขียนรายงานความคิด ซึ่งนักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนที่เรียน โดยใช้ปัญหาปลายเปิด จะแบ่งการทดลองเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เป็นการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาปลายเปิดแทนแบบฝึกหัดในแบบเรียนทั้งหมดเพื่อให้นักเรียนมีความคุ้นเคยกับการอภิปรายเพื่อหาแนวทางการเข้าสู่คำตอบ และระยะที่ 2 เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project – based) ซึ่งผลการศึกษาพบว่านักเรียนของทั้งสองโรงเรียนนั้น ได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อต้องเผชิญกับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย นอกเหนือจากในบทเรียนพบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้ปัญหาปลายเปิดนั้นมีความสามารถในการนำหลักการทางคณิตศาสตร์ไปปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาได้ดีกว่า

ขวัญตา ทุนเทพย์ (2545) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการเล่านิทานประกอบคำถามปลายเปิดแบบเร้าที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิด

สร้างสรรค์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวนคำตอบที่เด็กตอบคำถามปลายเปิดแบบเร้ากับความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และจำนวนคำตอบที่เด็กตอบคำถามปลายเปิดแบบเร้าสามารถพยากรณ์ความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ปานจิต รัตนพล (2547) ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ 50 %
2. หลังการทดลองนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ และนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05
3. นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังการทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นจากก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05
4. หลังการทดลองนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แต่นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลาง มีความคิดสร้างสรรค์ไม่สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ต่ำ

รุจิอาภา รุจิยาพนนท์ (2550) ศึกษาเรื่องกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนไม่มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการหาคำตอบของคำถามปลายเปิด จะเห็นได้ว่าการนำคำถามปลายเปิดมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะทำให้นักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากเดิม โดยนักเรียนสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้หลายวิธี จากการบูรณาการความรู้ ทักษะและวิธีการคิดแก้ปัญหา นอกจากนี้ยังเป็นการเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีความคิดสร้างสรรค์ เป็นนักคิดและนักแก้ปัญหาที่ดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตัวของแต่ละบุคคลเป็นทักษะที่สร้างให้เกิดขึ้นได้โดย

Guilford (1967) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกันกับความคิดของคนอื่น และแตกต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการคิดจากเดิมที่มีอยู่แล้วให้แปลกแตกต่างจากที่เคยเห็น หรือสามารถพลิกแพลงให้กลายเป็นสิ่งที่ไม่เคยคาดคิด ความคิดริเริ่มอาจเป็นการนำเอาความคิดเก่ามาปรุงแต่งผสมผสานจนเกิดเป็นของใหม่ ความคิดริเริ่มมีหลายระดับซึ่งอาจเป็นความคิดครั้งแรกที่เกิดขึ้นโดยไม่มีใครสอนแม้ความคิดนั้นจะมีผู้อื่นคิดไว้ก่อนแล้วก็ตาม

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1 ความคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคล่องแคล่วทางการโยกสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expression Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ใช้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนดซึ่งอาจเป็น 5 นาที หรือ 10 นาที

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของการคิดแบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ ตัวอย่างของคนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้จะคิดได้ว่าประโยชน์ของหนังสือพิมพ์มีอะไรบ้าง ความคิดของผู้ที่ยืดหยุ่นสามารถจัดกลุ่มได้หลายทิศทางหรือหลายด้าน เช่น เพื่อรู้ข่าวสาร เพื่อโฆษณาสินค้า เพื่อธุรกิจ ฯลฯ ในขณะที่คนที่

ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดได้เพียงทิศทางเดียว คือ เพื่อรู้ข่าวสาร เท่านั้น

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ผู้ที่มีความยืดหยุ่นจะคิดดัดแปลงได้ไม่ซ้ำกัน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน หรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น ความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่น่ามาตกแต่ง ขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น

อารี พันธุ์ณี (2547) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอนกนัยอันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์จากความคิดเดิมผสมผสานกันใหม่เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมถึงการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ

อารี รังสินันท์ (2528) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดจินตนาการประยุกต์ที่สามารถนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์คิดค้นพบใหม่ทางเทคโนโลยี ซึ่งเป็นความคิดที่มีลักษณะที่คนอื่นคาดไม่ถึงหรือมองข้าม เป็นความคิดที่หลากหลาย คิดได้กว้างไกล เน้นทั้งปริมาณและคุณภาพ อาจเกิดจากความคิดผสมผสาน เชื่อมโยงระหว่างความคิดใหม่ ๆ ที่แก้ปัญหาและเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว นักการศึกษาได้ขยายความในแง่ของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายวิธีไว้ดังนี้

Aiken (as cited in Lee, Hwang, & Seo, 2003) กล่าวว่าส่วนใหญ่ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จะถูกนิยามโดยกระบวนการพื้นฐานและความหลากหลายของผลลัพธ์จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์พบว่า ธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์มี 2 ประเภท ประเภทแรกจะพิจารณาในเรื่องความตระหนักคิดซึ่งจะนำไปสู่การเกิดความคิดสร้างสรรค์ ประเภทที่สอง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จะถูกนิยามเฉพาะเจาะจงไปที่ผลลัพธ์ที่ได้จากการคิด

Chamberlin and Moon (as cited in Mehdi, 2012) กล่าวว่าคำจำกัดความของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่พบบ่อยคือ การคิดอนกนัย (divergent thinking)

Laycock (as cited in Mehdi, 2012) อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์คือ ความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่พบได้หลากหลายด้าน มองเห็นแบบรูปที่ต่างกัน

และเหมือนกันภายใน โจทย์ มีแนวคำตอบหลายแนวและเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดที่จะจัดการกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

ทิพย์บุบผา สาคร (2546) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกลหลายทิศทางด้วยการปรับปรุง ดัดแปลง ต่อเติม หากความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในแง่มุมต่าง ๆ อันที่จะทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึงความสามารถทางการคิดของนักเรียนที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ มีความยืดหยุ่น และมีความหลากหลาย โดยมีสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา

ผู้วิจัยสรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ว่าเป็นความสามารถในการใช้ความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มและคิดละเอียดลออ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ต่าง ๆ

2.2 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

Balka เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ วิทยาลัยเซนต์แมรี นอเดอร์ ดัม (Saint Mary's College, Notre Dame) รัฐอินเดียนา สหรัฐอเมริกา ได้สร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักวิชาการคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา แล้วคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไปจากการสำรวจพบว่าได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 6 ด้าน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ (กชกร รุ่งหัวไผ่, 2547, หน้า 60-63)

1. ความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการนำข้อมูลหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้มาสรุปเป็นหลักการทั่วไปหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการทางตรรกศาสตร์

2. ความสามารถในการกำหนดแบบรูปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือสร้างชุดคำตอบที่หลากหลายจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์โดยไม่จำกัดจำนวน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธีและ

สามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีเดิม หรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราวหรือทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ ในอนาคตได้อย่างถูกต้อง โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้กับเหตุการณ์ในอนาคตตามเงื่อนไขที่เป็นไปได้

5. ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ และสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อย ๆ ที่เจาะจงได้ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจับประเด็นสำคัญของปัญหาและการคิดวิธีแก้ปัญหา โดยการแยกแยะปัญหาย่อย ๆ เพื่อนำไปคิดหาคำตอบตามลำดับขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้อง

หลังจากได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้ว Balka ได้นำเกณฑ์ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ใช้สำหรับทดสอบนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 แล้วจึงนำแบบทดสอบดังกล่าวไปใช้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Ability in Mathematics Test: CAMT) Balka ได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา (Minnesota Test of Creative Thinking) ไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผลโดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และคะแนนจากแบบวัดเชาว์ปัญญาของทางโรงเรียนเป็นเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวประกอบด้วยความคิด 2 ลักษณะ คือ การคิดแบบออกนอกรุ่น (Divergent Thinking) ได้แก่ ด้านที่ 1, 4, 5 และ 6 และความคิดแบบเอกรุ่น (Convergent Thinking) ได้แก่ ด้านที่ 2 และ 3 และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เชาว์ปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

ตัวอย่างข้อสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ Balka ในด้านที่ 3, 4 และ 5 มีดังต่อไปนี้

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

ตัวอย่าง สมมติให้นักเรียนมีน้ำอยู่ 1 บาร์เรลและมีกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง และ 8 ถ้วยตวงอย่างละ 1 ใบ นักเรียนจะมีวิธีตวงน้ำด้วยกระป๋อง 2 ใบนี้ เพื่อให้ได้น้ำประมาณ 9 ถ้วยตวงได้อย่างไร จงอธิบายขั้นตอนวิธีการตวง

ข้อสอบดังกล่าวเป็นข้อสอบสำหรับนักเรียนที่อยู่ในระดับชั้นที่สูงกว่าระดับประถมศึกษา และจากการทำข้อสอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่ำ จะตอบว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะตวงได้ 9 ถ้วยพอดี แต่จะมีนักเรียนบางส่วนตอบว่า สามารถตวงได้ 9 ถ้วยตวงพอดีและสามารถบรรยายลำดับขั้นตอนการตวงถูกต้องตามลำดับขั้นตอนเพียง 4 ขั้นตอนนี้

ขั้นที่ 1 ตวงน้ำใส่กระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 2 เทน้ำออกจากกระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวงใส่ในกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวงจะเหลือน้ำอยู่ในกระป๋องเดิม 1 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 3 เทน้ำจากกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวงกลับไปในภาชนะเดิมที่ใส่น้ำอยู่ แล้วเทน้ำที่เหลือ 1 ถ้วยตวงจากกระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวงใส่ในกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 4 ใช้กระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวงตวงน้ำใหม่อีกครั้งแล้วนำมารวมกับ 1 ถ้วยตวงที่มีอยู่แล้วรวมเป็น 9 ถ้วยตวง

จากแนวคิดที่นักเรียนตอบมาจะเห็นว่านักเรียนคนนี้ไม่เทน้ำทิ้งแต่กลับเทคืนภาชนะเดิม ซึ่งแสดงถึงการเห็นความสำคัญของทรัพยากร ถือได้ว่าเป็นนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูง และมีนักเรียนบางคนที่ตอบได้แบบเดียวกันแต่แบ่งขั้นตอนได้มากกว่านี้ หรือบางคนเทน้ำทิ้งโดยลืมนึกไปว่าถ้าสิ่งนั้นมีค่ามากกว่าน้ำจะเป็นอย่างไร เป็นต้น

ด้านที่ 4 ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง มีลูกบอล 1 ลูก ถ้านักเรียนไม่มีเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนรูปเรขาคณิต นักเรียนสามารถเขียนรูปเรขาคณิต เช่น เส้นตรง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลมหรือรูปหลายเหลี่ยมบนพื้นผิวของลูกบอลได้หรือไม่อย่างไร จงอธิบาย

นักเรียนบางคนตอบว่าไม่สามารถเขียนรูปดังกล่าวได้แต่สามารถเขียนรูปที่บิด เบี้ยวและรูปที่เป็นอิสระ ซึ่งถือว่านักเรียนกลุ่มนี้จัดเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำ แต่นักเรียนบางส่วนที่ตอบแตกต่างจากคนอื่น เช่น

- สามารถเขียนเส้นตรงสองเส้นบนลูกบอลให้ผ่านจุดตัดเดียวกัน 2 จุดได้
- สามารถเขียนรูปเรขาคณิตได้ง่ายขึ้นถ้าลูกบอลนั้นมีขนาดเล็กกลง เป็นต้น

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล Balka ได้อภิปรายผลว่าคะแนนความคิดคล่องสูง เพียงอย่างเดียวไม่สามารถที่จะเป็นตัวชี้ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงได้ แต่คะแนนความคิดคล่องสูงรวมกับคะแนนความคิดยืดหยุ่นสูงสามารถเป็นตัวชี้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Lee, Hwang, and Seo (2003) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้นมีองค์ประกอบที่จำเป็นต้องวัดทั้งหมด 4 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 วัดความคิดคล่อง

ขั้นตอนที่ 2 วัดความคิดยืดหยุ่น

ขั้นตอนที่ 3 วัดความคิดคล่องและคิดริเริ่ม

ขั้นตอนที่ 4 วัดความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม

นักเรียนที่มีคะแนนความคิดยืดหยุ่นสูงจะเป็นนักเรียนที่มีความเข้าใจปัญหา และมีความสามารถในการปรับและเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้ว ตอบสนองต่อสภาพปัญหานั้นได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยใช้การคิดอย่างละเอียดลออ

ด้านที่ 5 ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่หายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง จากรายงานของกระทรวงเกษตร ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ครอบครัวชาวอเมริกันต้องใช้จ่ายเงินในการซื้อของชำเป็นเงิน โดยเฉลี่ย 30 ดอลลาร์ต่อสัปดาห์และ ค่าใช้จ่ายดังกล่าวเป็นค่าวัสดุที่ใช้บรรจุของชำนั้น ๆ เป็นเงิน 9 เหรียญ โดยในแต่ละรัฐจะมีขยะย่อยสลาย 577 ปอนด์ และในหนึ่งปีจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยเกือบ 50 ดอลลาร์ต่อคนต่อปี โดยเฉลี่ยแล้วชาวอเมริกันทิ้งขยะ 5.3 ปอนด์ต่อวัน รัฐบาลสหรัฐอเมริกาต้องใช้งบประมาณ 4.5 พันล้านดอลลาร์ต่อปีในการกำจัดขยะและของเน่าเสียสำหรับประชากรของรัฐจำนวน 200,000,000 คน

จากข้อมูลที่กำหนดให้ข้างต้น ให้นักเรียนเขียนประโยคคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เท่าที่นักเรียนสามารถจะเขียนได้โดยสามารถใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นคำตอบ ซึ่งตัวอย่างคำถามที่นักเรียนเขียน มีดังนี้

1. ในหนึ่งปีครอบครัวชาวอเมริกันต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับชื่อของชำโดยเฉลี่ยเป็นเงินเท่าไร
2. ในเวลาหนึ่งปีครอบครัวชาวอเมริกันต้องเสียค่ากำจัดขยะมูลฝอยโดยเฉลี่ยเป็นเงินเท่าไร
3. ในหนึ่งเดือนครอบครัวชาวอเมริกันแต่ละครอบครัวต้องเสียค่าวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อของชำเป็นเงินเท่าไร เป็นต้น

ซึ่งจากข้อสอบดังกล่าว ต้องการให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลที่กำหนดแล้วตั้งเป็นคำถามให้ได้มากที่สุด เพื่อวัดความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปของข้อมูล แต่จะต้องเป็นคำถามที่สามารถหาคำตอบได้โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้คิดหาคำตอบ

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของสถานการณ์เปิดหรือคำถามปลายเปิด เพื่อวัดความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มและคิดละเอียดลออ โดยเลือกสร้างให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มากที่สุด

2.3 แนวทางการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึงความสามารถในการใช้ความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มและคิดละเอียดลออ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ต่างๆ แนวทางการสอนที่เหมาะสมจึงเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Instructional Models of Cooperative Learning) ซึ่งพัฒนาขึ้น โดยอาศัยหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือของ Johnson and Johnson (1974) ที่มีหลักการว่า ผู้เรียนควรร่วมมือกันในการเรียนรู้มากกว่าการแข่งขันกัน เพราะการแข่งขันก่อให้เกิดสภาพการณ์ของการแพ้-ชนะ ต่างจากการร่วมมือกัน ซึ่งก่อให้เกิดสภาพการณ์ของการชนะ-ชนะ อันเป็นสภาพการณ์ที่ดีกว่าทั้งทางด้านจิตใจและสติปัญญา หลักการเรียนรู้แบบร่วมมือมี 5 ประการ ประกอบด้วย

1. การเรียนรู้ต้องอาศัยหลักการพึ่งพากัน (positive interdependence)
2. การเรียนรู้ที่ดีต้องอาศัยการหันหน้าเข้าหากัน มีปฏิสัมพันธ์กัน (face to face interaction)
3. การเรียนรู้ร่วมกันต้องอาศัยทักษะทางสังคม (social skills)
4. การเรียนรู้ร่วมกันควรมีการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (group processing)
5. การเรียนรู้ร่วมกันจะต้องมีผลงานหรือผลสัมฤทธิ์ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มที่สามารถตรวจสอบได้และวัดประเมินได้ (individual accountability)

จะเห็นว่าแนวทางข้างต้นส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆอย่าง
 คติวิเคราะห์นอกจากนี้ Johnson and Johnson ยังกล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือไว้
 สรุปได้ 9 ประการ ดังนี้

1. นักเรียนเก่งเข้าใจคำสอนของครูได้ดี จะเปลี่ยนคำสอนของครูเป็นภาษาพูดของ
 นักเรียน แล้วอธิบายให้เพื่อนฟังได้และทำให้เพื่อนเข้าใจดีขึ้น
2. นักเรียนที่ทำหน้าที่อธิบายบทเรียนให้เพื่อนฟัง จะเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น
3. การสอนเพื่อนเป็นการสอนแบบตัวต่อตัวทำให้นักเรียน ได้รับความเอาใจใส่
 และความสนใจมากยิ่งขึ้น
4. นักเรียนทุกคนต่างก็พยายามช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพราะครูคิดคะแนนเฉลี่ย
 ของทั้งกลุ่มด้วย
5. นักเรียนทุกคนเข้าใจดีว่าคะแนนของตน มีส่วนช่วยเพิ่มหรือลดค่าเฉลี่ยของกลุ่ม
 ดังนั้นทุกคนต้องพยายามปฏิบัติหน้าที่ของตนเองอย่างเต็มความสามารถ เพื่อให้กลุ่มประสบ
 ความสำเร็จ
6. นักเรียนทุกคนมี โอกาสฝึกทักษะทางสังคมมีเพื่อนร่วมกลุ่มและเป็นการเรียนรู้
 วิธีการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากเมื่อเข้าสู่ระบบการทำงานอันแท้จริง
7. นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้กระบวนการกลุ่ม เพราะในการปฏิบัติงานร่วมกันนั้น
 ก็ต้องมีการทบทวนกระบวนการทำงานของกลุ่มเพื่อให้ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน หรือคะแนน
 ของกลุ่มดีขึ้น
8. นักเรียนเก่งจะมีบทบาททางสังคมในชั้นมากขึ้น เขาจะรู้ดีกว่าเขา ไม่ได้เรียน
 หรือหลบไปท่องหนังสือเฉพาะตน เพราะเขาต้องมีหน้าที่ต่อสังคมด้วย
9. ในการตอบคำถามในห้องเรียน หากตอบผิดเพื่อนจะหัวเราะ แต่เมื่อทำงานเป็น
 กลุ่ม นักเรียนจะช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ถ้าหากตอบผิดก็ถือว่าผิดทั้งกลุ่ม คนอื่น ๆ อาจจะให้ความ
 ช่วยเหลือบ้าง ทำให้นักเรียนในกลุ่มมีความผูกพันกันมากขึ้น

รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ผู้วิจัยศึกษามี 8 รูปแบบ
 ซึ่งไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดต่างก็ใช้หลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ประการที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนี้

รูปแบบที่ 1 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบจิ๊กซอร์ (Jigsaw) จะมีลักษณะ

1.1 ผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คนและเรียก
 กลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (home group)

1.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราได้รับมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาสาระคนละ 1 ส่วน (เปรียบเสมือนได้ชิ้นส่วนของภาพตัดต่อคนละ 1 ชิ้น) และหาคำตอบในประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้

1.3 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา แยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่น ซึ่งได้รับเนื้อหาเดียวกัน ตั้งเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (expert group) ขึ้นมา และร่วมกันทำความเข้าใจเนื้อหาสาระนั้นอย่างละเอียด และร่วมกันอภิปรายหาคำตอบในประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้

1.4 สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลับไปสู่กลุ่มบ้านของเรา แต่ละคนช่วยสอนเพื่อนในกลุ่มให้เข้าใจในสาระที่ตนได้ศึกษาร่วมกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เช่นนี้ สมาชิกทุกคนก็จะได้เรียนรู้ภาพรวมของสาระทั้งหมด

1.5 ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบ แต่ละคนจะได้คะแนนเป็นรายบุคคล และนำคะแนนของทุกคนในกลุ่มบ้านของเรารวมกัน (หรือหาค่าเฉลี่ย) เป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด ได้รับรางวัล

รูปแบบที่ 2 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบเอส. ที. เอ. ดี. (STAD)

คำว่า STAD เป็นตัวย่อของ “Student Teams – Achievement Division” กระบวนการดำเนินการมีดังนี้

2.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่ากลุ่มบ้านของเรา (home group)

2.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา ได้รับเนื้อหาสาระ และศึกษาเนื้อหาสาระนั้นร่วมกัน เนื้อหาสาระนั้นอาจมีหลายตอน ซึ่งผู้เรียนอาจต้องทำแบบทดสอบในแต่ละตอน และเก็บคะแนนของตนไว้

2.3 ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบครั้งสุดท้าย ซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอดและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ (improvement score) ซึ่งหาได้ดังนี้

คะแนนพื้นฐาน: ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้งที่ผู้เรียนแต่ละคนทำได้

คะแนนที่ได้: ได้จากการนำคะแนนทดสอบครั้งสุดท้ายลบคะแนนพื้นฐาน

คะแนนพัฒนาการ: ถ้าคะแนนที่ได้คือ

-11 ลงไป คะแนนพัฒนาการ = 0

-10 ถึง -1 คะแนนพัฒนาการ = 10

+1 ถึง 10 คะแนนพัฒนาการ = 20

+11 ขึ้นไป คะแนนพัฒนาการ = 30

2.4 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา นำคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล

รูปแบบที่ 3 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ ที. เอ. ไอ. (TAI)

คำว่า TAI มาจาก “Team – Assisted Individualization” ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

3.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มความสามารถ (เก่ง – กลาง – อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่ากลุ่มบ้านของเรา (home group)

3.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา ได้รับเนื้อหาสาระและศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน

3.3 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา จับคู่กันทำแบบฝึกหัด

ก. ถ้าใครทำแบบฝึกหัดได้ 75% ขึ้นไปให้ไปรับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้ายได้

ข. ถ้ายังทำแบบฝึกหัดได้ไม่ถึง 75% ให้ทำแบบฝึกหัดซ่อมจนกระทั่งทำได้แล้วจึงไปรับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้าย

3.4 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราแต่ละคน นำคะแนนทดสอบรวบยอดมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รับรางวัล

รูปแบบที่ 4 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ ที.จี.ที. (TGT)

ตัวย่อ TGT มาจาก “Team Games Tournament” ซึ่งมีการดำเนินการดังนี้

4.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มความสามารถ (เก่ง – กลาง – อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่ากลุ่มบ้านของเรา (home group)

4.2 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา ได้รับเนื้อหาสาระ และศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน

4.3 สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา แยกย้ายกันเป็นตัวแทนกลุ่มไปแข่งขันกับกลุ่มอื่นโดยจัดกลุ่มแข่งขันตามความสามารถ คือ คนเก่งในกลุ่มบ้านของเราแต่ละกลุ่มไปรวมกัน คนอ่อนก็ไปรวมกับคนอ่อนของกลุ่มอื่น กลุ่มใหม่ที่รวมกันนี้เรียกว่ากลุ่มแข่งขันกำหนดให้มีสมาชิกกลุ่มละ 4 คน

4.4 สมาชิกในกลุ่มแข่งขัน เริ่มแข่งขันกัน

4.5 เมื่อแข่งขันเสร็จแล้ว สมาชิกกลุ่มกลับไปกลุ่มบ้านของเรา แล้วนำคะแนนที่แต่ละคนได้รวมเป็นคะแนนของกลุ่ม

รูปแบบที่ 5 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบแอล.ที (L.T)

L.T ย่อมาจากคำว่า “Learning Together” ซึ่งมีกระบวนการที่ง่ายไม่ซับซ้อน
ดังนี้

- 5.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง – กลาง – อ่อน) กลุ่มละ 4 คน
- 5.2 กลุ่มย่อยกลุ่มละ 4 คน ศึกษาเนื้อหาพร้อมกัน โดยกำหนดให้แต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ช่วยกลุ่มในการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น
 - สมาชิกคนที่ 1 อ่านคำสั่ง
 - สมาชิกคนที่ 2 หาคำตอบ
 - สมาชิกคนที่ 3 หาคำตอบ
 - สมาชิกคนที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ
- 5.3 กลุ่มสรุปคำตอบร่วมกัน และส่งคำตอบนั้นเป็นผลงานกลุ่ม
- 5.4 ผลงานกลุ่มได้คะแนนเท่าไร สมาชิกทุกคนในกลุ่มนั้นจะได้คะแนนนั้นเท่ากันทุกคน

รูปแบบที่ 6 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ จี.ไอ. (G.I.)

G.I. ย่อมาจาก “Group Investigation” รูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยกันไปสืบค้นข้อมูลมาใช้ในการเรียนรู้ร่วมกัน โดยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

- 6.1 จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง – กลาง – อ่อน) กลุ่มละ 4 คน
- 6.2 กลุ่มย่อยศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน โดย
 - ก. แบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ แล้วแบ่งกันไปศึกษาหาข้อมูลหรือคำตอบ
 - ข. ในการเลือกเนื้อหา ควรให้ผู้เรียนอ่อนเป็นผู้เลือกก่อน
- 6.3 สมาชิกแต่ละคน ไปศึกษาหาข้อมูล/คำตอบมาให้กลุ่ม กลุ่มอภิปรายร่วมกัน และสรุปผลการศึกษา
- 6.4 กลุ่มเสนอผลงานของกลุ่มต่อชั้นเรียน

รูปแบบที่ 7 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ ซี.ไอ.อาร์.ซี (CIRC)

CIRC ย่อมาจาก “Cooperative Integrated Reading And Composition” เป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือที่ใช้ในการสอนอ่านและเขียน โดยเฉพาะ รูปแบบนี้ประกอบด้วยกิจกรรมหลัก 3 กิจกรรมคือ กิจกรรมการอ่านแบบเรียน การสอนการอ่านเพื่อความเข้าใจ และการบูรณาการภาษากับการเรียน

รูปแบบที่ 8 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบคอมเพล็กซ์ (Complex Instruction)

รูปแบบนี้พัฒนาขึ้น โดย Elizabeth Cohen เป็นรูปแบบที่คล้ายคลึงกับ G.I. เพียงแต่จะเน้นการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมากกว่าการทำเป็นรายบุคคล นอกจากนี้งานที่ให้อย่างมีลักษณะของการประสานสัมพันธ์ระหว่างความรู้และทักษะหลายประเภท และเน้นการให้ความสำคัญแก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยการจัดงานให้เหมาะสมกับความสามารถและความถนัดของผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนได้รู้ว่าตนมีความถนัดในด้านใด จะช่วยให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการพัฒนาตนเองในด้านอื่น ๆ ด้วย รูปแบบนี้จะไม่มีการใช้กลไกของการให้รางวัล เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ได้ออกแบบให้งานที่แต่ละบุคคลสามารถสนองตอบความสนใจของผู้เรียนและสามารถจูงใจผู้เรียนแต่ละคนอยู่แล้ว

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยนำแนวคิดของการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบ Jigsaw, L.T., G.I. และ Complex Instruction มาใช้ในการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมตามสถานการณ์ของคำถามปลายเปิด โดยจะระบุไว้ในแต่ละชุดกิจกรรมว่าชุดใดใช้รูปแบบการเรียนแบบใด

2.4 การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนลักษณะความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม และคิดละเอียดลออ ไว้ดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนลักษณะความคิดคล่อง

คะแนน/ ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	แสดงวิธีคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ถูกต้อง 5 คำตอบขึ้นไป
2 ดี	แสดงวิธีคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ถูกต้อง 3-4 คำตอบ
1 พอใช้	แสดงวิธีคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ถูกต้อง 1-2 คำตอบ
0 ต้องปรับปรุง	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบหรือไม่แสดงวิธีคิดแก้ปัญหา

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนลักษณะความคิดยืดหยุ่น

คะแนน/ ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	แสดงแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมหรือแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้มากกว่าหนึ่งแนวคิด และครบสมบูรณ์
2 ดี	แสดงแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมหรือแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้หนึ่งแนวคิด และครบสมบูรณ์
1 พอใช้	มีความพยายามที่จะแสดงแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมหรือแสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาได้หนึ่งแนวคิด แต่ยังไม่ครบสมบูรณ์
0 ต้องปรับปรุง	ไม่มีผลงาน หรือไม่มีการแสดงแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา หรือไม่แสดงแนวคิดในการหาคำตอบของปัญหาที่เหมาะสม

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนลักษณะความคิดริเริ่ม

คะแนน/ ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	แสดงแนวคิดแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ของตนเอง แสดงถึงความเป็นต้นแบบในการคิดแก้ปัญหาและสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้
2 ดี	นำแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ได้เรียนรู้มา มาพัฒนาให้อยู่ในแนวทางของตนเองและสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้
1 พอใช้	มีบางสิ่งแสดงให้เห็นแนวคิดในการแก้ปัญหา
0 ต้องปรับปรุง	ไม่ปรากฏแนวคิดในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนลักษณะความคิดละเอียดลออ

คะแนน/ ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	<p>แสดงผลสนับสนุนคำตอบหรือหลักฐานที่ชัดเจน สัมพันธ์และเชื่อมโยงกันมีความเป็นองค์รวม แสดงลำดับของเหตุการณ์อย่างสอดคล้องกัน โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้มากกว่าหนึ่งข้อ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การให้คำนิยาม ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้สถิติ
2 ดี	<p>แสดงผลสนับสนุนคำตอบหรือหลักฐาน โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้หนึ่งข้อ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การให้คำนิยาม ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้สถิติ
1 พอใช้	แสดงผลหรือหลักฐานสนับสนุนคำตอบ
0 ต้องปรับปรุง	ไม่แสดงผลสนับสนุนคำตอบหรือไม่ตอบ

จากการศึกษาเกณฑ์การประเมินการตอบคำถามปลายเปิดทำให้ผู้วิจัยมีแนวทางในการสร้างเกณฑ์เพื่อใช้ในกระบวนการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดังนี้

Balka (อ้างถึงใน พิสมัย อาแพงพันธ์, 2551) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป มาสร้างเป็น

แบบทดสอบอัตนัย ซึ่งมีทั้งหมด 6 ด้าน แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 เกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบคือ ความคล่องตัวในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผล โดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และคะแนนจากแบบวัดเชาว์ปัญญาของทางโรงเรียนเป็นเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ประกอบด้วยความคิด 2 ลักษณะคือการคิดแบบเอกนัย (Convergent) และความคิดอเนกนัย (Divergent) และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เชาว์ปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

Tuli (อ้างถึงใน เรียงชัย คำสุวรรณ, 2553) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเป็นประชากรชายเกรด 9 จำนวน 476 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกาแบบทดสอบความสามารถทางจำนวน การให้เหตุผลทางภาษาและการให้เหตุผลเชิงนามธรรมและแบบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ผลวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างน้อยมีนัยสำคัญทางสถิติ

Ediger (อ้างถึงใน เรียงชัย คำสุวรรณ, 2553) ได้ศึกษาครูที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จะมีความรักและมีความกระตือรือร้นทางคณิตศาสตร์ และเป็นความต้องการของโรงเรียนทุกโรงเรียน ครูที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะเป็นທີ່ปรึกษาของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความคิดหลากหลายแง่มุม มีการเขียนที่สร้างสรรค์ มีจินตนาการ ศิลปะ และประวัติศาสตร์ เพราะครูที่มีความคิดสร้างสรรค์จะกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ ริเริ่ม ความคิดแปลกใหม่ให้กับนักเรียน

Williams (อ้างถึงใน อุษณีย์ เสือจันทร์, 2553) ได้ศึกษาการจำแนกงานที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยสร้างเครื่องมือเพื่อศึกษาจำแนกศักยภาพของการทำงานหรือกิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อแก้ไขและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ศึกษาเปรียบเทียบจากนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีศักยภาพอ่อนเร้นอยู่ภายในและกลุ่มนักเรียนที่มีศักยภาพแสดงออกมาชัดเจน การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือพบว่า ได้เพิ่มศักยภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูให้กับนักเรียนที่มีศักยภาพอ่อนเร้นภายในและนักเรียนที่มี

ความสามารถแท้จริง และแสดงให้เห็นปัจจัยจำแนกที่ชี้ให้เห็นถึงลักษณะนิสัยของความเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และผลของการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมในชั้นเรียนก่อให้เกิดการเพิ่มและสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมากขึ้น

ราตรี เกตบุตรดา (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักและกลุ่มที่เรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำคือร้อยละ 50 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิษณุกร วัลย์พิศ (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่ององค์ประกอบที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ร้อยเอ็ด ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรระดับนักเรียนส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ได้แก่ ความสามารถด้านเหตุผล มิติ คณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตัวแปรระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ ประสบการณ์ในการสอนของครู และภาระการสอนของครู โดยประสบการณ์ของครูส่งผลทางบวกกับค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และภาระการสอนของครูส่งผลทางลบกับค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จิตรลดา บุญรัมย์ (2548) ทำวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านวิธีการคิดทางภาษาแบบต่าง ๆ กับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดยโสธร พบว่า

1. สมรรถภาพทางสมองด้านวิธีการคิดทางภาษาแบบต่างๆ 17 ด้าน ได้แก่ สมรรถภาพสมองด้านวิธีการคิดอเนกนัยทางภาษาแบบหน่วย แบบกลุ่ม แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป แบบประยุกต์ สมรรถภาพสมองด้านวิธีการคิดเอกนัยทางภาษาแบบหน่วย แบบกลุ่ม แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบการแปลงรูป แบบประยุกต์ สมรรถภาพสมองด้านวิธีการคิดประเมินค่าทางภาษาแบบหน่วย แบบกลุ่ม แบบความสัมพันธ์ แบบระบบและแบบประยุกต์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนสมรรถภาพทางสมองด้านวิธีคิดประเมินค่าทางภาษาแบบการแปลงรูป มีความสัมพันธ์ทางลบกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ตัวแปรพยากรณ์ที่ดีที่สุดผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ สมรรถภาพสมองด้านวิธีการคิดอเนกนัยทางภาษาแบบประยุกต์ (x_6) ด้านวิธีการคิดอเนกนัยทางภาษาแบบระบบ (x_4) ด้านวิธีการคิดอเนกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์ (x_9) ด้านวิธีการคิดประเมินค่าทางภาษาแบบหน่วย (x_{13}) ด้านวิธีการคิดอเนกนัยทางภาษาแบบการแปลงรูป (x_5) ด้านวิธีการคิดประเมินค่าทางภาษาแบบกลุ่ม (x_{14}) ด้านวิธีการคิดอเนกนัยทางภาษาแบบความสัมพันธ์ (x_3) ด้านวิธีการคิดอเนกนัยทางภาษาแบบการแปลงรูป (x_{11}) และด้านวิธีการคิดอเนกนัยทางภาษาแบบประยุกต์ (x_{12}) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .735 มีอำนาจในการพยากรณ์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 54 สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน ตามลำดับดังนี้

สมการในรูปคะแนนดิบ

$$Y^1 = -20.643 + .603 x_6 + .496 x_4 + .765 x_9 + 1.010 x_{13} + .451 x_5 + 1.636 x_{14} - 1.309 x_{17} + .960 x_2 + .406 x_3 - .812 x_{11} + .405 x_{12}$$

$$Z_y^1 = .293 z_6 + .280 z_4 + .108 z_9 + .116 z_{13} + .162 z_5 + .222 z_{14} - .152 z_{17} + .106 z_7 + .116 z_3 - .311 z_{11} + .084 z_{12}$$

3. นักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดเล็ก และนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดเล็ก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศศิธร เกื้อนสว่าง (2548) ศึกษาเรื่องการศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT พบว่า

1. ผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยด้านความคล่องในการคิดสูงที่สุด รองลงมาคือด้านความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มตามลำดับ

3. นักเรียนมีความคิดเห็นต่อวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT อยู่ในระดับมาก โดยด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเห็นว่า ได้มีโอกาสเรียนรู้และลงมือปฏิบัติ ด้าน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเห็นว่า เกิดความมั่นใจในการคิดและปฏิบัติ
อย่างมีระบบ และบรรยากาศในการเรียนรู้มีความเห็นว่าทำให้กระตือรือร้น และสนใจในการเรียน

ยุพิน สันติดำรงพันธุ์ (2549) การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบโครงการคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย
ระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .05

จันทิมา สำนักโนน (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่าง
การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย
พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่ม
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบ
เสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้
ปัญหาเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่ม
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบ
เสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้
ปัญหาเป็นฐานมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

รุ่งพิวา แคว้งอินทร์ (2551) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า

1. ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ช่วงชั้นที่ 2 ประกอบด้วย 4 ชุดย่อย ดังนี้ ชุดกิจกรรมที่ 1 ไปทางไหนได้บ้าง ชุดกิจกรรมที่ 2
มหัศจรรย์ทางเรขาคณิต ชุดกิจกรรมที่ 3 ศิลปะกับคณิตศาสตร์และชุดกิจกรรมที่ 4 คณิตศาสตร์
สร้างสรรค์รวมใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง

2. ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ช่วงชั้นที่ 2 มีประสิทธิภาพ 77.00/79.25 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 75/75

3. นักเรียนช่วงชั้นที่ 2 มีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก

ณัฐพงศ์ วงศ์สุ่ย (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่า

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แยกเป็น ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์คือการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน ปัจจัยที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ บรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง และพฤติกรรมการสอนของครู

2. โมเดล มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2 = 52.21$, $df = 49$, $p = 0.350$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.99 ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.97 ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนที่เหลือ (RMR) เท่ากับ 0.26

3. โมเดลที่พัฒนาขึ้นสามารถอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 65.00 ($R^2 = .65$)

วชิราภรณ์ กุศลแดง (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้เกมคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า

1. คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนทั้ง 5 ด้าน มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะด้านความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถส่งเสริมและพัฒนาขึ้นโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับการเสริมสร้างกระบวนการคิดจนกระทั่งพัฒนาเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมมากที่สุด ซึ่งสามารถทำได้โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นต่อเพื่อนในกลุ่มการแลกเปลี่ยนแนวคิดและการที่นักเรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดซึ่งนักเรียนจะมีโอกาสในการหาคำตอบได้หลากหลายตามความสามารถ ความรู้ และความเข้าใจของนักเรียน โดยนักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนรวมทั้งรับฟังแนวคิดของเพื่อนคน

อื่น ๆ จนกระทั่งมีการอภิปรายเกี่ยวกับคำตอบเกิดขึ้นซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับการเสริมสร้างกระบวนการคิดและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มที่

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

3.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542) กล่าวว่าชุดการสอนหรือชุดการเรียนรู้ มาจากคำว่า Instructional package หรือ Learning package เดิมใช้คำว่าชุดการสอนเพราะครูนำมาใช้ประกอบการสอน ต่อมาแนวคิดในการขีดเค็ทเป็นศูนย์กลางในการเรียน ได้เข้ามามีอิทธิพลมากขึ้น จึงมีผู้นิยมเรียกว่าชุดการเรียนรู้และบางคนมักจะเรียกรวมกันว่า ชุดการเรียนรู้การสอน เนื่องจาก การเรียนรู้การสอนมีกิจกรรมของครูและนักเรียนควบคู่กัน ไป ผู้วิจัยจึงใช้คำว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยมีนักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

Good (อ้างถึงใน ภาณุวัฒน์ เปรมปรี, 2556) ได้อธิบายถึงชุดกิจกรรมว่าเป็น โปรแกรมทางการสอนทุกอย่างที่จัดไว้โดยเฉพาะ มีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ คู่มือครู เนื้อหา แบบทดสอบ ข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ไว้อย่างชัดเจน ชุดกิจกรรมนี้ครูเป็นผู้จัดให้นักเรียนแต่ละคนได้ฝึกตนเอง โดยครูเป็นผู้แนะนำเท่านั้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2544) ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้ว่า เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยสื่อหลายๆชนิด จัดรวมไว้เป็นชุด เช่น คู่มือแนะนำการใช้ชุดกิจกรรม แหล่งอ้างอิง ใบงาน แบบฝึกกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำชุดกิจกรรมอาจจัดทำในรูปแบบที่บูรณาการภายในกลุ่ม หรือระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ตลอดจนบูรณาการกระบวนการใช้สื่อแต่ละชนิดในชุดกิจกรรมให้เหมาะสมกับกาลเวลา และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550) ให้ความหมายของชุดการสอน (Instructional Package) เป็นกระบวนการเรียนรู้จากชุดการสอน เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่เป็นลักษณะของสื่อประสม (Multi-media) เป็นการใช้สื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปรวมกันเพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่ต้องการ โดยอาจจัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ อาจจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ บรรจุในกล่อง ซองหรือกระเป๋า ชุดการสอนแต่ละชุดประกอบด้วยเนื้อหาสาระ บัตรคำสั่งใบงานในการทำกิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ เอกสารใบความรู้ เครื่องมือหรือสื่อที่จำเป็นสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ รวมทั้งแบบวัดประเมินผลการเรียนรู้ ชุดการสอนแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ชุดการสอนประกอบคำบรรยายของ

ครู ชุติการสอนสำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย และชุติการสอนรายบุคคลหรือชุติการสอนตาม เอก์ตภาพ

ศรีสุดา จริยากุล (2551) ให้ความหมายของชุติกิจกรรมไว้ว่า เป็นระบบการนำสื่อ การเรียนรู้หลาย ๆ ชนิดที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้มา ช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ในแต่ละหน่วยของชุติ กิจกรรมจะกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กำหนดหัวข้อ เนื้อหาวิชา วิธีการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ การวัดและประเมินผลเป็นหน่วย ๆ ไป ซึ่งแต่ละหน่วยจะมีความ สมบูรณ์ในตัวเอง

วันดี วิวัฒน์รัตนกุล (2552) ให้ความหมายของชุติกิจกรรมว่า หมายถึงชุดของวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้น โดยจัดเป็นระบบของสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและ ประสบการณ์ของแต่ละหน่วย สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อช่วยในการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ และช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพ

ยุทธพงษ์ อินทมอน (2555) ให้ความหมายของชุติกิจกรรมว่า หมายถึงการนำสื่อ การเรียนการสอนมาจัดไว้อย่างเป็นระบบที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหาและ ประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการให้นักเรียนได้รับและมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอน เท่านั้น เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้และเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้พัฒนาการ คิดซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต

จากความหมายของชุติกิจกรรมที่นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านกล่าวไว้พอสรุปได้ว่า ชุติกิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง ชุติกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุ จุดมุ่งหมายที่วางไว้ โดยในแต่ละชุติกิจกรรมจะกำหนดหัวข้อ เนื้อหาวิชา วิธีการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ เอกสารใบความรู้ การวัดและประเมินผล ซึ่งแต่ละชุติจะมีความ สมบูรณ์ในตัวเอง และชุติกิจกรรมการเรียนการสอนนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในลักษณะประกอบคำ บรรยายของครู

3.2 ส่วนประกอบของชุติกิจกรรมการเรียนการสอน

นักการศึกษาได้กำหนดองค์ประกอบของชุติกิจกรรมการเรียนการสอน ไว้ดังนี้ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550) กล่าวว่าชุติการสอนมีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการได้แก่

1. คู่มือการใช้ชุติการสอน เป็นคู่มือหรือแผนการสอนสำหรับผู้สอนใช้ศึกษาและ ปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดชี้แจงไว้อย่างชัดเจน เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การจัด ชั้นเรียน บทบาทผู้เรียน เป็นต้น ลักษณะของคู่มืออาจจัดทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่งหรือบัตรงาน เป็นเอกสารที่บอกให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละชนิดตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บรรจุอยู่ในชุดการสอน บัตรคำสั่งหรือบัตรงานจะมีครบตามจำนวนกลุ่มหรือผู้เรียน ซึ่งจะประกอบด้วย คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมและการสรุปบทเรียน การจัดทำบัตรคำสั่งหรือบัตรงานส่วนใหญ่นิยมใช้กระดาษแข็งขนาด 6x8 นิ้ว

3. เนื้อหาสาระและสื่อการเรียนประเภทต่าง ๆ จัดไว้ในรูปของสื่อการสอนที่หลากหลาย อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

- ประเภทเอกสารสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ วารสาร บทความ ใบความรู้ (Fact sheet) ของเนื้อหาเฉพาะเรื่อง บทเรียน โปรแกรม เป็นต้น

- ประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ สมุดภาพ เทปบันทึก-เสียง เทปโทรทัศน์ สไลด์ (Slide) วิดีทัศน์ (Video) ซีดีรอม (CD-Rom) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน (CAI) เป็นต้น

4. แบบประเมินผล เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดและประเมินความรู้ด้วยตนเองทั้งก่อนและหลังเรียน อาจจะเป็นแบบทดสอบชนิดจับคู่เลือกตอบหรือกาเครื่องหมายถูกผิดก็ได้

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2551) กล่าวถึงส่วนประกอบที่สำคัญของชุดกิจกรรม ไว้ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม เป็นส่วนที่บอกถึงลักษณะที่ต้องการพัฒนาผู้เรียน

2. คำชี้แจง โดยต้องอธิบายความมุ่งหมาย และความสำคัญของการจัดกิจกรรม และอธิบายหลักหรือแนวทางในการฝึกทักษะให้กับผู้เรียน ให้เห็นภาพของการจัดกิจกรรมอย่างคร่าว ๆ และมีประโยชน์ที่จะได้ทราบว่ากิจกรรมนั้นมีลักษณะตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่

3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายสำคัญของกิจกรรมนั้น ๆ ประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย 2 ประเภท คือ จุดมุ่งหมายทั่วไป และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

4. แนวคิด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือมโนคติของกิจกรรมนั้น เป็นการอธิบายเกี่ยวกับสาระสำคัญที่ผู้เรียนควรได้รับและเข้าใจจากการเรียนตามกิจกรรมนั้น ซึ่งสาระสำคัญควรจะได้รับ การย้ำและเน้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจเป็นพิเศษ

5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม เพื่อช่วยให้นักครูผู้สอนทราบว่าต้องเตรียมอะไรไว้ล่วงหน้าบ้าง

6. เวลาที่ใช้ โดยประมาณว่ากิจกรรมนั้นควรจะใช้เวลาเท่าใด อาจจำเป็นต้องยืดหยุ่นตามความจำเป็น หากพบว่าผู้เรียนมีความพร้อมมาก การใช้เวลาอาจลดลงได้ หากผู้เรียนมีความพร้อมน้อย การใช้เวลาอาจเพิ่มขึ้น สิ่งที่สำคัญคือ ครูผู้สอนไม่ควรข้ามขั้นตอน หรือลดเวลาในการอภิปราย เพราะการอภิปรายเป็นขั้นตอนที่สำคัญต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุวิธีการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ วิธีการจัดกิจกรรมให้จัดไว้เป็นขั้นตอน สะดวกต่อการดำเนินกิจกรรม โดยต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความก้าวหน้าในด้านความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ

8. การประเมินผล เป็นการทดสอบผู้เรียนหลังจากได้ปฏิบัติกิจกรรมแล้ว ว่ามีความรู้ความเข้าใจมากน้อยเพียงใด โดยแบบทดสอบที่ใช้ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แนวคิด และเนื้อหาสาระ นอกจากนี้ ครูผู้สอนอาจประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม เช่น การทำงานกลุ่ม การแสดงความคิดเห็น การนำเสนอผลงาน

9. ภาคผนวก เป็นส่วนที่ให้ความรู้กับครูผู้สอน ซึ่งประกอบด้วยคำเฉลย แบบทดสอบแบบฝึกกิจกรรม คำเฉลยแบบฝึกกิจกรรม ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับทักษะในกิจกรรมนั้น ๆ ความรู้และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ และการสร้างสื่อชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบกับชุดฝึกกิจกรรม และข้อเสนอแนะที่เป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรม

จากการศึกษาทำให้ผู้วิจัยกำหนดส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้ คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน แผนซึ่งในแต่ละแผนจะประกอบด้วยหัวข้อเนื้อหาวิชา วิธีการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ เอกสารใบความรู้ การวัดและประเมินผล และเอกสารเสริมสำหรับครู

3.3 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

นักการศึกษาได้กำหนดแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550) กล่าวว่าการผลิตชุดการสอนมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดการสอน อาจกำหนดตามเรื่องในหลักสูตรหรือกำหนดเรื่องใหม่ขึ้นมาก็ได้ การจัดแบ่งเรื่องย่อยจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาและลักษณะการใช้ชุดการสอนนั้นๆ การแบ่งเนื้อเรื่องเพื่อทำชุดการสอนในแต่ละระดับย่อยไม่เหมือนกัน

2. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการแบบสหวิทยาการ ได้ตามความเหมาะสม

3. จัดเป็นหน่วยการสอน จะแบ่งเป็นกี่หน่วย หน่วยหนึ่ง ๆ จะใช้เวลาเท่าใดนั้นควรพิจารณาให้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นผู้เรียน

4. กำหนดหัวข้อเรื่อง จัดแบ่งหน่วยการสอนเป็นหัวข้อย่อย ๆ เพื่อสะดวกแก่การเรียนรู้ แต่ละหน่วยควรประกอบด้วยหัวข้อย่อย หรือประสบการณ์ในการเรียนรู้ประมาณ 4-6 หัวข้อ

5. กำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการ ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือสามารถสรุปหลักการ แนวคิดอะไร ถ้าผู้สอนยังไม่ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนเกิด

การเรียนรู้อะไรบ้าง การกำหนดกรอบความคิดหรือหลักการก็จะไม่ชัดเจน ซึ่งจะรวมไปถึงการจัดกิจกรรม เนื้อหาสาระ สื่อและส่วนประกอบอื่น ๆ ก็จะไม่ชัดเจนตามไปด้วย

6. กำหนดจุดประสงค์การสอน หมายถึงจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมรวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ไว้ให้ชัดเจน

7. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็แนวทางในการเลือกและผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่าน การทำกิจกรรมตามบัตรคำสั่ง การตอบคำถาม การเรียนการทดลอง การเล่นเกม การแสดงความคิดเห็น การทดสอบ เป็นต้น

8. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้การสอนแบบอิงเกณฑ์ (การวัดผลที่ยึดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์โดยไม่มี การนำไปเปรียบเทียบกับคนอื่น) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด

9. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ผู้สอนใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนในแต่ละหัวเรื่องเรียบร้อยแล้ว ควรจัดสื่อการสอนเหล่านั้นแยกออกเป็นหมวดหมู่ในกล่องแฟ้มที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพเพื่อหาความตรง ความเที่ยงก่อนนำไปใช้ เราเรียกสื่อการสอนแบบนี้ว่า ชุดการสอน โดยปกติรูปแบบของชุดการสอนที่ดีควรมีขนาดมาตรฐานเพื่อความสะดวกในการใช้และความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเก็บรักษา โดยพิจารณาในด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ประโยชน์ ความประหยัด ความคงทนถาวร ความน่าสนใจ ความทันสมัยทันเหตุการณ์ ความสวยงาม เป็นต้น

10. สร้างข้อทดสอบก่อนและหลังเรียนพร้อมทั้งเฉลย การสร้างข้อสอบเพื่อทดสอบก่อนและหลังเรียนควรสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนดให้เกิดการเรียนรู้โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ ข้อสอบไม่ควรมากเกินไปแต่ควรเน้นกรอบความรู้สำคัญในประเด็นหลักมากกว่ารายละเอียดปลีกย่อย หรือถามเพื่อความจำเพียงอย่างเดียว และเมื่อสร้างเสร็จแล้วควรทำเฉลยไว้ให้พร้อมก่อนส่งไปหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

11. หาประสิทธิภาพของชุดการสอน เมื่อสร้างชุดการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องนำชุดการสอนนั้น ๆ ไปทดสอบโดยวิธีการต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริง เช่น ทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมและความตรงของเนื้อหา เป็นต้น

สுகนธ์ สิ้นธพานนท์ (2553) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม ดังนี้

1. เลือกหัวข้อ กำหนดขอบเขต และประเด็นสำคัญของเนื้อหา ซึ่งได้จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรในระดับชั้นที่สอนว่า หัวข้อใดเหมาะสม

ที่ควรนำไปใช้สร้างชุดกิจกรรม

2. กำหนดเนื้อหาที่จะจัดทำชุดกิจกรรม โดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียน
3. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อจะได้ทราบว่าเมื่อศึกษาชุดกิจกรรมจบแล้ว ผู้เรียนต้องมีความสามารถอย่างไร
4. สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียน แบบทดสอบย่อยเพื่อวัดความรู้หลังจากเรียนเนื้อหาย่อยจบแล้ว และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. จัดทำชุดกิจกรรม ที่ประกอบด้วย คำสั่ง กิจกรรม เฉลยกิจกรรม เนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ และเฉลยแบบทดสอบ
6. วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีกิจกรรมที่หลากหลาย ฝึกทักษะการคิด และการทำงานกลุ่มให้กับผู้เรียน
7. การรวบรวมและจัดทำสื่อการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องสร้างตามหัวข้อข้างต้น เพื่อให้ได้ชุดกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพ

3.4 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

บุญชุม ศรีสะอาด (2543) ได้อธิบายเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

1. เกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หากชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดแล้วก็แสดงว่าชุดกิจกรรมนั้นมีคุณค่าพอที่จะนำไปใช้ได้ การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการกำหนดผลของพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท ได้แก่

- 1.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)
- 1.2 ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย หรือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

2. การกำหนดค่าประสิทธิภาพ

การกำหนดค่าประสิทธิภาพ หรือการกำหนดเกณฑ์ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจจะตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 ประสิทธิภาพจึงเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ย เมื่อเทียบกับคะแนนเต็ม ต้องมีค่าสูงจึงจะชื่อว่า มีประสิทธิภาพ เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 มีความหมายดังนี้ 80 ตัวแรก เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ เกิดจากการนำคะแนนที่นักเรียนทำได้ระหว่างเรียน หรือระหว่างทดลอง มาหา

ค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ส่วน 80 ตัวหลัง เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เกิดจากการนำคะแนนที่นักเรียนทำได้จากการวัด เมื่อสิ้นสุดการเรียนหรือการทดลอง มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ ซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

3. ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ

เมื่อสร้างชุดกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องนำนวัตกรรมไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ชั้น 1:1 หรือแบบเดี่ยว คือการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลางและเก่ง ทำการทดลองกับเด็กอ่อนก่อน ทำการปรับปรุง แล้วทดลองกับเด็กปานกลาง แล้วจึงนำไปทดลองกับเด็กเก่ง โดยปกติคะแนนที่ได้จะต่ำกว่าเกณฑ์

3.2 ชั้น 1:10 หรือแบบกลุ่ม คือทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน คณะผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ซึ่งในครั้งนี้นี้ คะแนนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าเกณฑ์

3.3 ชั้น 1:100 หรือภาคสนาม คือทดลองกับผู้เรียน 40-100 คน คณะผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ซึ่งในครั้งนี้นี้ ผลที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงจะสามารถนำไปใช้จริงได้ต่อไป

ในการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมนั้น เมื่อทดลองภาคสนามแล้วให้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ดังนี้

สูงกว่าเกณฑ์ แสดงว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกินร้อยละ

2.5

เท่าเกณฑ์ แสดงว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกินร้อยละ 2.5

ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ แสดงว่าชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5

จากข้อมูลเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเป็นส่วนสำคัญ ที่ครูผู้สอนจะต้องทำการพัฒนาเพื่อนำไปใช้จริง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เกิดประโยชน์สูงสุด และสามารถพัฒนาผู้เรียนได้ตรงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพขึ้นมาเพื่อทำให้ทราบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามจุดประสงค์ที่สร้างขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่ 70/70 เนื่องจาก เป็นชุดกิจกรรมที่เน้นทักษะการคิดประกอบกับเป็นการใช้คำถามปลายเปิดซึ่งเป็นลักษณะคำถามที่นักเรียนส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการทำน้อย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

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

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขลุงรัชดาภิเษก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 17 จังหวัดจันทบุรี จำนวน 12 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 300 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขลุงรัชดาภิเษก โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จัดแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเก่งคือนักเรียนที่มีผลการเรียน 3.5-4 ได้จำนวน 80 คน นักเรียนกลุ่มปานกลางคือนักเรียนที่มีผลการเรียน 2-3 ได้จำนวน 120 คนและนักเรียนกลุ่มอ่อนคือนักเรียนที่มีผลการเรียน 0-1.5 ได้จำนวน 100 คน จากนั้นใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้นตามสัดส่วน (Proportional Stratified Random Sampling) โดยให้กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 30 คน ดังนั้น ได้กลุ่มตัวอย่างจากกลุ่มเก่งจำนวน 8 คน กลุ่มปานกลางจำนวน 12 คน และกลุ่มอ่อนจำนวน 10 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

- 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

- 1.2 เอกสารเสริมสำหรับครู
2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนของการสร้างเครื่องมือออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1.1 ศึกษาจากหนังสือตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

1.2 ศึกษาจากหนังสือแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553)

1.3 ศึกษาจากหนังสือทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (สสวท., 2550)

1.4 ศึกษาจากหนังสือสอนเขียนแผนบูรณาการ บนฐานเด็กเป็นสำคัญ (ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556)

1.5 ศึกษาจากหนังสือทักษะ 5C เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนอิงมาตรฐาน (ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556)

1.6 ศึกษาจากหนังสือคู่มือปฏิบัติการเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้สู่ห้องเรียนคุณภาพ (ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555)

1.7 ศึกษาจากหนังสือเรื่องศาสตร์การสอน องค์กรความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554)

1.8 ศึกษาจากเอกสารประกอบการอบรมเรื่อง Classroom Assessment for Higher Order Thinking ตามหลักสูตร Houghton Mifflin Harcourt (HMH) เรื่องตัวอย่างข้อสอบ PISA วิชาคณิตศาสตร์ จัดโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- 1.9 ศึกษาจาก E-book เรื่อง Open-Ended Questions For Mathematics จัดทำโดย Dr.Ron Pelfrey, Mathematics Consultant University of Kentucky (2000)
- 1.10 ศึกษาจากรายงานการวิจัยเรื่อง How to Construct Open Ended Questions (Procedia, 2012)
- 1.11 ศึกษาจากเอกสารทางวิชาการเรื่อง Open-Ended Tasks and barriers to learning Teacher's perspectives (APMC, 2001)
- 1.12 ศึกษาจากเอกสารทางวิชาการเรื่อง Asking Effective Questions (Reinhart, 2000)
- 1.13 ศึกษาจาก E-book เรื่อง New Jersey Assessment of Skills and Knowledge, Mathematics (2006)
- 1.14 ศึกษาจากเอกสารวิชาการเรื่อง Using Short Open-Ended Mathematics Questions to Promote Thinking and Understanding (National Institute of Education, Singapore)
- 1.15 ศึกษาจากรายงานการวิจัยเรื่อง Assessing creative problem-solving with automated text grading (Procedia, 2008)
- 1.16 ศึกษาจากรายงานการวิจัยเรื่อง The use of creative problem solving scenarios in mathematics education: view of some prospective teachers (Procedia, 2009)
- 1.17 ศึกษาจากเอกสารวิชาการเรื่อง Lesson Study for the Effective Use of Open Ended Problems (NCTM, 1997)

2. ออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

2.1 การเตรียมบทเรียน เป็นการกำหนดจุดประสงค์ ขอบข่ายของเนื้อหา คณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and Shape), การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships), ปริมาณ (Quantity) และความไม่แน่นอน (Uncertainty) เพราะเป็นเนื้อหาที่ต้องใช้จริงนอกห้องเรียนในอนาคต (โครงการ PISA สสวท., 2009) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของคำถามปลายเปิด รวมถึงกำหนดวิธีหาคำตอบที่จะแนะนำกับนักเรียน แล้วสร้างคำถามปลายเปิดเชื่อมโยงกับเนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย

2.1.1 คำถามนำเข้าสู่บทเรียน เป็นคำถามนำที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน กระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากหาคำตอบ ใช้กับนักเรียนกลุ่มใหญ่หรือทั้งชั้นเรียนตอนเริ่มบทเรียน

2.1.2 คำถามในชั้นสอน เป็นคำถามหลักที่ต่อเนื่องจากขั้นนำแต่มีความซับซ้อนมากกว่า เป็นคำถามที่ใช้ตอบจุดประสงค์ของเรื่องที่เรียน มีกิจกรรมเสริมหรือการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้นักเรียนได้หาคำตอบด้วยตนเอง

2.2 กำหนดขนาดของกลุ่มนักเรียน ในเนื้อหาแต่ละเรื่องหรือขั้นนำกับชั้นสอน ก็จะมีเหมาะสมในการแบ่งกลุ่มเพื่อหาคำตอบแตกต่างกัน ครูจึงแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย และรายบุคคล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การหาคำตอบร่วมกันเป็นกลุ่มใหญ่หรือทั้งชั้นเรียน เมื่อครูนำเสนอคำถามปลายเปิด ก็จะให้เวลานักเรียนปรึกษากันเพื่อทำความเข้าใจข้อคำถามและหาคำตอบ ครูจะเป็นผู้ช่วยเหลือสรุปประเด็นที่นักเรียนนำเสนอ และอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน

2.2.2 การหาคำตอบแบบกลุ่มย่อย จะแบ่งนักเรียนกลุ่มละ 4 คน (ตามระดับชั้น) โดยแต่ละกลุ่มอาจจะได้คำถามเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน พร้อมกับเอกสารหรืออุปกรณ์เสริมเพื่อประกอบการค้นคว้า นักเรียนจะอภิปรายร่วมกันเพื่อหาคำตอบ ครูคอยให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนทุกกลุ่ม คอยตั้งคำถามเสริมเพื่อกระตุ้นการแสดงความคิดเห็น ครูบันทึกพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหา และหาข้อสรุปร่วมกัน โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ

2.2.3 การหาคำตอบแบบรายบุคคล สามารถเลือกใช้ได้ทั้งในชั้นสอน ชั้นสรุปหรือนอกเวลาเรียนตามความเหมาะสม ครูตรวจให้คะแนนเป็นรายบุคคลตามเกณฑ์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.3 สร้างกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดจำนวน 10 ชุด ใช้เวลาชุดละ 2 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง แต่ละชุดประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้และเอกสารเสริมสำหรับครู โดยแบ่งระยะของแผนการจัดการกิจกรรมเป็น 4 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1 ใช้เวลา 4 ชั่วโมงดำเนินกิจกรรมที่ 1-2 เลือกรูปแบบกระบวนการสอนแบบจิ๊กซอร์ (Jigsaw) เน้นให้นักเรียนคุ้นเคยกับกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดโดยการนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทั้งในส่วนที่เป็นการแก้ปัญหา กลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน การแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย และการนำเสนอคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา ปัญหาที่ครูนำเสนอในช่วงที่ 1 นี้เป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อนมาก ซึ่งจะถูกแยกเป็นปัญหาย่อย ๆ ให้นักเรียนตอบคำถามย่อย ๆ ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาในที่สุด

ช่วงที่ 2 ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมที่ 3-4 เลือกรูปแบบกระบวนการสอนแบบ L.T. และ G.I. ตามลำดับ กิจกรรมในช่วงนี้เริ่มสอดแทรกแนะนำขั้นตอนของการแก้ปัญหา ครูจะเสนอปัญหากับนักเรียนโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

โดยสร้างคำถามตามขั้นตอน โดยสร้างคำถามตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสามารถกำหนดแนวคิดหรือวิธีทำได้ด้วยตนเอง

ช่วงที่ 3 ใช้เวลา 8 ชั่วโมงดำเนินกิจกรรมที่ 5-8 เลือกรูปแบบกระบวนการสอนแบบ Complex Instruction เป็นช่วงที่นำเสนอกิจกรรม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายใช้แนวคิดหรือวิธีทำที่แตกต่างจากการเรียน ในชั้นเรียนปกติ ให้นักเรียนคุ้นเคยกับการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาหลาย ๆ อย่างซึ่งเป็นเครื่องมือที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์และในชีวิตประจำวันได้

ช่วงที่ 4 ใช้เวลา 4 ชั่วโมงดำเนินกิจกรรมที่ 9-10 เลือกรูปแบบกระบวนการสอนแบบ Complex Instruction เป็นการใช้อุปกรณ์เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ปัญหาหนึ่ง ๆ อาจต้องนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์หลายเนื้อหามาช่วยในการหาคำตอบและใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาหลากหลายวิธี

3. จัดทำแผนการเรียนรู้ โดยในแต่ละแผนจะประกอบด้วย

3.1 ชื่อเรื่อง

3.2 จุดประสงค์

3.3 เวลาที่ใช้

3.4 ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้

3.5 สื่อ/ อุปกรณ์

3.6 แนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้

3.7 ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน

3.9 การประเมินผลด้วยคำถามปลายเปิด

4. จัดทำเอกสารเสริมสำหรับครู เป็นการนำเสนอเนื้อหาและความรู้เพิ่มเติมจากเนื้อหาในกิจกรรมของนักเรียนที่ครูควรทราบพร้อมทั้งอธิบายการดำเนินกิจกรรมโดยละเอียด ตัวอย่างคำถามที่ใช้ถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดแปลกใหม่และกำหนดแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและนำความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ได้

5. นำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข

6. นำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร และผู้เชี่ยวชาญ

7. นำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญพิจารณาอีกครั้งแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย

8. นำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 16 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4 คนจำนวน 4 กลุ่ม เพื่อดูความเหมาะสมของเนื้อหา ความยากง่ายของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ภาษาที่ใช้ และเวลาในการทดลอง

9. นำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง แล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญพิจารณาอีกครั้งแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย

10. นำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.2 สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยทดสอบหลังจากที่นักเรียนได้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดครบทั้ง 10 ชุดแล้ว มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ อัตนัย 5 ข้อ ให้เวลา 1 ชั่วโมง ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาหลักการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

1.1 หนังสือตัวอย่างข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ PISA: คณิตศาสตร์ (สสวท., 2555)

1.2 Open-Ended Problems: A method for an educational change (Erkki Pehkonen)

1.3 Open-Ended Questions for Mathematics (Ron, 2000)

1.4 Assessing creative problem-solving with automated text grading (Hao-Chuan, 2008)

2. วิเคราะห์กิจกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้ของกิจกรรม

3. สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อ คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ ให้พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความสอดคล้องกับจุดประสงค์และ ลักษณะของข้อสอบที่สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีเกณฑ์ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบวัดความสามารถที่สอดคล้องกับจุดประสงค์

คะแนน 0 สำหรับแบบวัดความสามารถที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับ จุดประสงค์

คะแนน -1 สำหรับแบบวัดความสามารถที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

4. นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือกโดยมีค่าดัชนี ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปและเลือกเนื้อหาที่แตกต่างกันเพื่อความหลากหลายของข้อสอบ จำนวน 5 ข้อ มาทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 16 คน คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (The Coefficient of Alpha) ของครอนบาค (Cronbach)

5. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยมี รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง

3.3 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใช้สำหรับบันทึก พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของปรีชา เนาว่าเย็นผล (2544, หน้า 73-74) แล้วนำมาปรับเพื่อให้สอดคล้องกับการสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ 4 ลักษณะ ได้แก่

1. ลักษณะความคิดคล่อง
2. ลักษณะความคิดยืดหยุ่น
3. ลักษณะความคิดริเริ่ม
4. ลักษณะความคิดละเอียดลออ

2. วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนด พฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการศึกษาทั้ง 4 ลักษณะคือ พฤติกรรมความคิด คล่อง พฤติกรรมความคิดยืดหยุ่น พฤติกรรมความคิดริเริ่ม และพฤติกรรมความคิดละเอียดลออ

3. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยสังเกตจากพฤติกรรมขณะจัดกระบวนการเรียนรู้ ดังนี้

3.1 กระบวนการเรียนรู้กลุ่มย่อย

3.2 กระบวนการเรียนรู้รายบุคคล

3.3 การสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล

ผู้วิจัยกำหนดแนวทางการให้คะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยปรับปรุงมาจากเกณฑ์การวัดลักษณะความคิดสร้างสรรค์ของปรีชา เนาว่าเย็นผล (2544) ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมความคิดคล่อง

คะแนน/ ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดหาคำตอบ ทำงานด้วยความกระฉับกระเฉง เป็นเวลาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
2 ดี	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดหาคำตอบ ทำงานด้วยความกระฉับกระเฉง คิดเป็นร้อยละ 50-74 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
1 พอใช้	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดหาคำตอบ ทำงานด้วยความกระฉับกระเฉง คิดเป็นร้อยละ 25-49 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
0 ต้องปรับปรุง	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดหาคำตอบ ทำงานด้วยความกระฉับกระเฉง เป็นเวลาต่ำกว่าร้อยละ 25 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมความคิดยืดหยุ่น

คะแนน/ ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	นักเรียนนำเสนอรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาในขณะปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
2 ดี	นักเรียนนำเสนอรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาในขณะปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง คิดเป็นร้อยละ 50-74 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
1 พอใช้	นักเรียนนำเสนอรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาในขณะปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง คิดเป็นร้อยละ 25-49 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
0 ต้องปรับปรุง	นักเรียนนำเสนอรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาในขณะปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลาต่ำกว่าร้อยละ 25 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมความคิดริเริ่ม

คะแนน/ ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	นักเรียนเป็นผู้บรรยาย ชี้แจง เสนอแนะแนวทางหาคำตอบให้เพื่อน ในกลุ่มฟัง เป็นเวลาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของเวลาทั้งชุดกิจกรรม
2 ดี	นักเรียนเป็นผู้บรรยาย ชี้แจง เสนอแนะแนวทางหาคำตอบให้เพื่อน ในกลุ่มฟัง คิดเป็นร้อยละ 50-74 ของเวลาทั้งชุดกิจกรรม
1 พอใช้	นักเรียนเป็นผู้บรรยาย ชี้แจง เสนอแนะแนวทางหาคำตอบให้เพื่อน ในกลุ่มฟัง คิดเป็นร้อยละ 25-49 ของเวลาทั้งชุดกิจกรรม
0 ต้องปรับปรุง	นักเรียนเป็นผู้บรรยาย ชี้แจง เสนอแนะแนวทางหาคำตอบให้เพื่อน ในกลุ่มฟัง เป็นเวลาต่ำกว่าร้อยละ 25 ของเวลาทั้งชุดกิจกรรม

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมความคิดละเอียดลออ

คะแนน/ ความหมาย	การแสดงการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของงาน แสดงความคิดเห็นให้เพื่อน แก้ไขจุดบกพร่อง หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม ด้วยเหตุผล เป็นเวลาไม่ต่ำ กว่าร้อยละ 75 ของเวลาทั้งชุดกิจกรรม
2 ดี	นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของงาน แสดงความคิดเห็นให้เพื่อน แก้ไขจุดบกพร่อง หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม ด้วยเหตุผล คิดเป็นร้อยละ 50-74 ของเวลาทั้งชุดกิจกรรม
1 พอใช้	นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของงาน แสดงความคิดเห็นให้เพื่อน แก้ไขจุดบกพร่อง หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม ด้วยเหตุผล คิดเป็นร้อยละ 25-49 ของเวลาทั้งชุดกิจกรรม
0 ต้องปรับปรุง	นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของงาน แสดงความคิดเห็นให้เพื่อน แก้ไขจุดบกพร่อง หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม ด้วยเหตุผล เป็นเวลาต่ำกว่า ร้อยละ 25 ของเวลาทั้งชุดกิจกรรม

4. นำแบบสังเกตความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปให้คณะกรรมการ
ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้น

มัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับผู้ที่ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์พิจารณาตรวจสอบคุณภาพของแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 16 คน กลุ่มเดียวกับที่ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิด เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ชุด ซึ่งสอนนอกเวลาเรียนปกติรวมใช้เวลา 20 ชั่วโมง

2. ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้บันทึกพฤติกรรมของนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลได้จากการพูดคุย การแก้ปัญหา การนำเสนอผลงานของนักเรียนต่อกลุ่มย่อย การนำเสนอผลงานต่อกลุ่มใหญ่ และผลงานจากการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล

3. ตรวจสอบให้คะแนนจากการจัดกระบวนการเรียนรู้ทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล รวมทั้งคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ บันทึกเป็นคะแนนของค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

4. เมื่อสิ้นสุดกระบวนการสอนทั้ง 10 ชุด ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง

5. เลือกแบบทดสอบอัตนัยที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำมาใช้เป็นคำถามสำหรับสัมภาษณ์ โดยครูจะเปลี่ยนตัวเลขเล็กน้อยให้เกิดความแตกต่างในแต่ละบุคคล จากนั้นสัมภาษณ์ทีละคนเพื่อทราบแนวคิดและวิธีการคิดของนักเรียนในการหาคำตอบ โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 3 ชั่วโมง โดยแบ่งสัมภาษณ์วันละ 1 ชั่วโมง จำนวน 3 วัน การสัมภาษณ์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้กิจกรรมการเรียนรู้อัตนัยโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วย บันทึกคะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนสัมภาษณ์เป็นคะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ในการสัมภาษณ์นักเรียนมีขั้นตอนและเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

5.1 ถ้ามเพื่อวัดความคิดคล่อง 3 คะแนน เลือกโจทย์ข้อ 1 จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนอธิบายวิธีการเลือกด้านและการได้มาของคำตอบ โดยจับเวลาและให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 9 เกณฑ์การสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดคล่อง

คะแนน	รายการประเมิน
3	เมื่อนักเรียนอธิบายการเลือกด้านของตนเองและการได้มาของคำตอบได้ชัดเจน และถูกต้อง ภายในเวลา 1 นาที
2	เมื่อนักเรียนอธิบายการเลือกด้านของตนเองและการได้มาของคำตอบได้ชัดเจน และถูกต้อง แต่ใช้เวลาเกิน 1 นาที
1	เมื่อนักเรียนใช้เวลาอธิบายเกิน 1 นาที บอกที่มาของด้านที่เลือกและการได้มาของคำตอบได้ไม่ชัดเจน
0	นักเรียนไม่สามารถอธิบายที่มาของด้านที่เลือกได้

5.2 ถ้ามเพื่อวัดความคิดยืดหยุ่น 3 คะแนน เลือกโจทย์ข้อ 5 จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เปลี่ยนตัวเลขแล้วให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวเลข และให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 10 เกณฑ์การสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดยืดหยุ่น

คะแนน	รายการประเมิน
3	เมื่อนักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวเลขในโจทย์ได้ และหาเลขมาเติมในช่องว่างได้ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ
2	เมื่อนักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวเลขในโจทย์ได้ และหาเลขมาเติมในช่องว่างได้ถูกต้อง 1 คำตอบ
1	เมื่อนักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวเลขในโจทย์ได้ แต่หาตัวเลขมาเติมในช่องว่างไม่ได้
0	นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวเลขในโจทย์ได้

5.3 ถามเพื่อวัดความคิดริเริ่ม 3 คะแนน เลือกใช้โจทย์ข้อ 4 จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นกำหนดจุดเปลี่ยนของความเร็วในกราฟใหม่จำนวน 3 จุด ให้นักเรียนเล่าสถานการณ์ที่สอดคล้องกับกราฟ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 11 เกณฑ์การสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดริเริ่ม

คะแนน	รายการประเมิน
3	เมื่อนักเรียนเล่าสถานการณ์ที่สอดคล้องกับ 3 จุดเปลี่ยนความเร็วในกราฟได้
2	เมื่อนักเรียนเล่าสถานการณ์ที่สอดคล้องกับ 2 จุดเปลี่ยนความเร็วในกราฟ
1	เมื่อนักเรียนเล่าสถานการณ์ที่สอดคล้องกับ 1 จุดเปลี่ยนความเร็วในกราฟ
0	นักเรียนไม่สามารถเล่าสถานการณ์ที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนความเร็วในกราฟได้

5.4 ถามเพื่อวัดความคิดละเอียดลออ 3 คะแนน เลือกใช้โจทย์ข้อ 3 จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เคลื่อนที่จุด D ตามแนวส่วนของเส้นตรง AC 3 ตำแหน่งแล้วให้นักเรียนอธิบายพื้นที่สี่เหลี่ยม EDFB ว่ามีค่ามากหรือน้อยอย่างไร โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 12 เกณฑ์การสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดละเอียดลออ

คะแนน	รายการประเมิน
3	เมื่อนักเรียนบอกความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่สี่เหลี่ยม EDFB ได้ถูกต้องทั้ง 3 จุด
2	เมื่อนักเรียนบอกความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่สี่เหลี่ยม EDFB ได้ถูกต้อง 2 จุด
1	เมื่อนักเรียนบอกความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่สี่เหลี่ยม EDFB ได้ถูกต้อง 1 จุด
0	นักเรียนไม่สามารถบอกขนาดของพื้นที่ที่เปลี่ยนไปได้

6. ตรวจสอบให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยนำมาจาก 3 ส่วน คือ คะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 15 คะแนนสัมภาษณ์รายบุคคลร้อยละ 10 และคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมร้อยละ 75 โดยคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมได้มาจาก 3 ส่วน คือ คะแนนกลุ่มย่อยร้อยละ 40 คะแนนรายบุคคลร้อยละ 40 และคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 20

7. นำคะแนนที่ได้มาหาค่าสถิติและทดสอบสมมุติฐานการวิจัย

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมาย IOC หมายถึง ลักษณะของข้อสอบที่เป็นตัวแทนของจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ วิธีการวัดความสอดคล้องสามารถทำได้โดยอาศัยการตัดสินของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คนเป็นผู้พิจารณา ตามสูตรต่อไปนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Index of Item – Objective Congruence)
	R_i	แทน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถาม

1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้
2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

2. ค่าความเชื่อมั่น เนื่องจากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างเป็นแบบอัตนัย จึงใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient α) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งใช้สำหรับหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบที่มีระบบการให้คะแนนแบบอื่นที่ไม่ใช่แบบ 0 กับ 1 หรือแบบ 0 กับ 1 ก็ได้ ซึ่งเป็นการวัดที่ให้อข้อมูลในลักษณะต่อเนื่อง ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัย แบบเรียงความ (essay type tests) แบบวัดทัศนคติ แบบประเมินผลสมรรถภาพด้านต่างๆที่ต้องการประเมินตามสเกล และแบบสอบถามชนิดประมาณค่า (rating scale) โดยมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อ
	s_i^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อ
	s_t^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

เกณฑ์การแปลผลค่าความเชื่อมั่นมีดังนี้ (เกียรติสุดา ศรีสุข, หน้า 144)

0.00 – 0.20	ความเชื่อมั่นต่ำมาก/ไม่มีเลย
0.21 – 0.40	ความเชื่อมั่นต่ำ
0.41 – 0.70	ความเชื่อมั่นปานกลาง
0.71 – 1.00	ความเชื่อมั่นสูง

3. ค่าประสิทธิภาพ E_1 / E_2 หมายถึงระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนพึงพอใจว่าหากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อหรือชุดการสอนนั้นก็จะมีคุณค่าแก่การนำไปสอนนักเรียน โดย

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาจากการฝึกปฏิบัติกิจกรรม หรืองานที่ทำระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

x_i คือ คะแนนของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรม หรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียนและนอกห้องเรียนหรือออนไลน์ของนักเรียนแต่ละคน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$E_2 = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

F_i คือ คะแนนของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผล
การสอนหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

5.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การทดสอบทวินาม (Binomial Test) เพื่อ
ทดสอบว่าหลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้วมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียน
ทั้งหมด โดยมีขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน $H_0 : P \geq 0.6$

$$H_1 : P < 0.6$$

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ขั้นที่ 3 สถิติทดสอบ

เมื่อ x คือจำนวนนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์

n คือจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ขั้นที่ 4 คำนวณค่า p-value

$$P(X < x) \text{ เมื่อ } p = 0.6$$

$$\text{เมื่อ } P(X < x) = P(X \leq x - 1) = \sum_{i=0}^{x-1} \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i}$$

ขั้นที่ 5 ปฏิเสธ H_0 เมื่อ p-value < ระดับนัยสำคัญ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และเพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิด ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้ชุดกิจกรรมจำนวน 10 ชุด โดยประเด็นในการวิเคราะห์ได้แก่

1. ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาจากคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 กิจกรรม

2. ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนจากการสัมภาษณ์หลังการทดสอบ

3. ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อยทั้ง 10 กิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคลทั้ง 10 กิจกรรม การสัมภาษณ์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด

4. การทดสอบว่าหลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์คือคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยคะแนนจาก 2 ส่วน ส่วนแรก คือ คะแนนปฏิบัติการซึ่งได้จากการปฏิบัติการกลุ่มย่อยทั้ง 10 กิจกรรม การปฏิบัติการรายบุคคลทั้ง 10 กิจกรรม และคะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ 2 คือ คะแนนที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนสัมภาษณ์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

1. ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาจากคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 กิจกรรม

มีการแบ่งคะแนนแต่ละส่วน ดังนี้

1. คะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดละ 12 คะแนน จำนวน 10 ชุด รวมเป็น 120 คะแนน

2. คะแนนระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

2.1 คะแนนจากการปฏิบัติการกลุ่มย่อย ชุดละ 12 คะแนน จำนวน 10 ชุด รวมเป็น 120 คะแนน

2.2 คะแนนจากการปฏิบัติการรายบุคคล ชุดละ 3 คะแนน จำนวน 10 ชุด รวมเป็น 30 คะแนน

โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาจากคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 กิจกรรม

ชุดกิจกรรม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
ชุดที่ 1 รูปร่างปริศนา (27 คะแนน)	21.60	80.00
ชุดที่ 2 ตำแหน่งและทิศทาง (27 คะแนน)	20.77	76.91
ชุดที่ 3 จำนวนต่อไป (27 คะแนน)	21.70	80.37
ชุดที่ 4 จำนวนที่ใช้ (27 คะแนน)	20.80	77.04
ชุดที่ 5 การเปลี่ยนแปลง (27 คะแนน)	21.00	77.78
ชุดที่ 6 โฆษณาชวนเชื่อ (27 คะแนน)	20.83	77.16
ชุดที่ 7 การแปลผล (27 คะแนน)	20.80	77.04
ชุดที่ 8 เข้าใจข้อมูล (27 คะแนน)	21.97	81.36
ชุดที่ 9 รูปทั่วไป (27 คะแนน)	20.43	75.68
ชุดที่ 10 แทนแกรม (27 คะแนน)	21.43	79.38
คะแนนรวม (270 คะแนน)	211.33	78.27
ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)		78.27

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คะแนนปฏิบัติกิจกรรมรายกลุ่ม และคะแนนปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคลรวม 10 ชุดกิจกรรม คิดเป็น 211.33 คะแนน คิดเป็นค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ $E_1 = 78.27$

2. ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนจากการสัมภาษณ์หลังการทดสอบ

มีการแบ่งคะแนนแต่ละส่วน ดังนี้

1. คะแนนที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 15 คะแนน

2. คะแนนที่ได้จากการสัมภาษณ์หลังทดสอบด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง
 คณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 12 คะแนน
 โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบ
 วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
 คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 และคะแนนจากการสัมภาษณ์หลังการทดสอบ

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	ผลรวมของ คะแนนทั้งหมด	คะแนนเต็ม	ค่าประสิทธิภาพ ของผลลัพธ์ (E_2)
นักเรียนชั้น มัธยมศึกษา ตอนต้น	30	635	810	78.40

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีคะแนนจากแบบวัดความคิด
 สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และจากคะแนนสัมภาษณ์คิดเป็น 635 คะแนน คิดเป็นค่าประสิทธิภาพ
 ของผลลัพธ์ $E_2 = 78.40$ และมีคะแนนรายบุคคลปรากฏในตารางที่ 27

พิจารณาค่า E_1 / E_2 ที่ได้จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้
 คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์พบว่า มีค่าเป็น $78.27/78.40$ ซึ่ง
 เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3. ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้จากการ
 ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อยทั้ง 10 กิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคลทั้ง 10 กิจกรรม การสัมภาษณ์
 และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์

มีการแบ่งคะแนนแต่ละส่วน ดังนี้

1. คะแนนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมทั้ง 10 ชุด คิดเป็นร้อยละ 75
 ของคะแนนเต็ม ซึ่งได้มาจาก

1.1 คะแนนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย ทั้ง 10 ชุด รวม 120 คะแนน นำมาคิดเป็นคะแนน
 จากการปฏิบัติกิจกรรมร้อยละ 40

1.2 คะแนนปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล ทั้ง 10 ชุด รวม 30 คะแนน นำมาคิดเป็นคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมร้อยละ 40

1.3 คะแนนที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ชุด รวม 120 คะแนน นำมาคิดเป็นคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมร้อยละ 20

2. คะแนนที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 15 ของคะแนนเต็ม

3. คะแนนที่ได้จากการสัมภาษณ์รายบุคคลภายหลังการทดสอบด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 10 ของคะแนนเต็ม โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อยทั้ง 10 กิจกรรม การปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคลทั้ง 10 กิจกรรม การสัมภาษณ์ และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน(คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม (คน)	ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	30	30	100

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ มี 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และมีคะแนนรายบุคคลปรากฏในตารางที่ 26

4. การทดสอบว่าหลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ปรากฏผลในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบทวินาม (Binomial Test) เพื่อทดสอบว่าหลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้วมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม(คน)	ค่าสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม	p-value
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	30	30	1.00	0.9999

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้การทดสอบทวินาม เพื่อทดสอบว่าหลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ได้ค่า p-value ดังนี้

$$\begin{aligned} p\text{-value} &= P(x < 30 \mid p = 0.6, n = 30) \\ &= 0.9999 \end{aligned}$$

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ มีจำนวน 30 คน ซึ่งมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และเพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิด กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนขลุงรัชดาภิเษก โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จัดแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเก่ง 80 คน ปานกลาง 120 คนและกลุ่มอ่อน 100 คน จากนั้นใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้นตามสัดส่วน (Proportional Stratified Random Sampling) โดยให้กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 30 คน ดังนั้น ได้กลุ่มตัวอย่างจากกลุ่มเก่งจำนวน 8 คน กลุ่มปานกลางจำนวน 12 คน และกลุ่มอ่อนจำนวน 10 คน ดำเนินกิจกรรมโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เอกสารเสริมสำหรับครู แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ชุด สอนนอกเวลาเรียนปกติรวม 20 ชั่วโมง จากนั้นดำเนินการทดสอบนักเรียนด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 1 ชั่วโมง และสัมภาษณ์นักเรียนรายบุคคล จำนวน 3 ชั่วโมง รวมใช้เวลาทั้งหมด 24 ชั่วโมง ในระหว่างจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้บันทึกพฤติกรรมของนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลได้จากการพูดคุย การแก้ปัญหา การนำเสนอผลงานของนักเรียนต่อกลุ่มย่อย การนำเสนอผลงานต่อกลุ่มใหญ่ และผลงานจากการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล ตรวจสอบให้คะแนนจากการจัดกระบวนการเรียนรู้ทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล รวมทั้งคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ บันทึกเป็นคะแนนของค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการสอนทั้ง 10 ชุด ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ จากนั้นเลือกแบบทดสอบอัตนัย 1 ข้อจากทั้งหมด 5 ข้อมาใช้เป็นคำถามสำหรับสัมภาษณ์นักเรียนทั้งหมดโดยครูจะเปลี่ยนตัวเลขเล็กน้อยให้เกิดความแตกต่างในแต่ละบุคคล จากนั้นสัมภาษณ์ทีละคนเพื่อทราบแนวคิดและวิธีการคิดของนักเรียนในการหาคำตอบ บันทึกคะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนสัมภาษณ์เป็นคะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตรวจสอบให้คะแนน

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยนำมาจาก 3 ส่วน คือ คะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 15 คะแนนสัมภาษณ์รายบุคคลร้อยละ 10 และคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมร้อยละ 75 โดยคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมได้มาจาก 3 ส่วน คือ คะแนนกลุ่มย่อยร้อยละ 40 คะแนนรายบุคคลร้อยละ 40 และคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 20 โดยมีคะแนนรายบุคคลปรากฏในตารางที่ 26

สรุปผลการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีค่าประสิทธิภาพ 78.27/78.40 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

อภิปรายผล

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีค่าประสิทธิภาพ 78.27/78.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมตามกระบวนการพัฒนาที่ถูกต้อง เริ่มตั้งแต่ ศึกษาข้อมูลพื้นฐานลักษณะ ความสำคัญ และแนวทางการสร้างคำถามปลายเปิด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน กำหนดรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เลือกลักษณะการเน้นในแต่ละชุดกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ในโลกจริง โดยอยู่ในขอบเขตเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องปริภูมิและรูปทรงสามมิติ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริมาณ และความไม่แน่นอน ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ มีการทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข จนส่งผลให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

2. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากคำถามปลายเปิดสามารถกระตุ้นการคิดของผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้าน จากการสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ของ

นักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมพบว่า ด้านความคิดคล่องนักเรียนทุกคนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดหาคำตอบให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด เมื่อเข้ากิจกรรมกลุ่มซึ่งจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือจะช่วยลดความกดดันในนักเรียนกลุ่มอ่อนลงเพราะจะมีเพื่อนในกลุ่มช่วยอธิบายตามภาระงาน นักเรียนจะพยายามคิดหาวิธีแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง มีการตั้งคำถามถามครูเพื่อความถูกต้องสะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมความคิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มและคิดละเอียดลออ ประกอบกับเกณฑ์การให้คะแนนของงานวิจัยนี้ ได้ให้น้ำหนักกับคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมร้อยละ 75 ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ทำได้ดี เพราะเป็นคะแนนที่ได้มาจากคะแนนกลุ่มย่อย คะแนนรายบุคคล และคะแนนพฤติกรรม ระหว่างการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมทั้ง 10 ชุด และทุกชุดกิจกรรมจะเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Instructional Models of Cooperative Learning) ซึ่งจะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน เป็นสภาพการเรียนรู้ที่ลดการแข่งขัน แต่อาศัยหลักการพึ่งพากัน ปฏิสัมพันธ์กัน ก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติกิจกรรม สอดคล้องกับ Becker and Shimada (อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2548, หน้า 2) กล่าวว่า คำถามปลายเปิดมีประสิทธิภาพในการดึงกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนออกมาได้อย่างหลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม และคิดละเอียดลออ หลังจากใช้ชุดกิจกรรมครบทั้ง 10 ชุดแล้ว พบว่า กิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนคิดในเวลาจำกัดนั้น ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้รวดเร็วขึ้น ด้านความคิดยืดหยุ่นนักเรียนจะสามารถคิดหาคำตอบได้หลายคำตอบหรือหาวิธีการหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธี ด้านความคิดริเริ่มพบว่านักเรียนจะพยายามประยุกต์ข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อสร้างเป็นสถานการณ์ใหม่ได้ เช่น ในชุดกิจกรรมเรื่องการเปลี่ยนแปลงนักเรียนสามารถสร้างสถานการณ์ความเร็วให้สอดคล้องกับกราฟที่กำหนดได้ ด้านความคิดละเอียดลออพบว่าเมื่อนักเรียนในกลุ่มได้รับหน้าที่และมีความรับผิดชอบร่วมกันนักเรียนแต่ละคนจะมีความระมัดระวัง ทักท้วงกันเพื่อป้องกันความผิดพลาด อภิปรายงานกันอย่างละเอียดเพื่อที่จะนำเสนองานให้เพื่อนกลุ่มอื่นเข้าใจ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นจึงสนับสนุนให้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยครั้งนี้

จากการทดลองโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิด เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบข้อสังเกตบางประการ ดังนี้

1. การฝึกให้นักเรียนได้นำเสนองาน แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม จะทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในตนเอง กล้าแสดงออก ได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตลอดเวลาที่ทำกิจกรรม

2. ในการทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนจะได้เป็นทั้งผู้พูดและผู้ฟัง ได้คิดวิเคราะห์หากลั่นกรองลำดับความคิด เพื่อที่จะสรุปเป็นคำตอบร่วมกัน จะทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งจะส่งเสริมการคิดยืดหยุ่น เพราะการคิดยืดหยุ่นจะต้องมองเนื้อหาในหลาย ๆ ด้าน

3. กระบวนการกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกัน เด็กกลุ่มอ่อนจะมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำกิจกรรม เพราะได้ผ่านการระดมความคิดร่วมกัน สนับสนุนให้นักเรียนกลุ่มอ่อนแสดงพฤติกรรมความคิดต้องมากขึ้น

4. คำถามปลายเปิดช่วยให้นักเรียนได้สังเกต สำรวจ ตรวจสอบหาเหตุผล ได้อย่างเต็มศักยภาพของตน

5. การจัดแสดงผลงานนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความภาคภูมิใจในผลงานของตน และมีแรงจูงใจที่จะพัฒนางานต่อ รักการทำงานเป็นทีม และเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 6 ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้น ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอาจใช้เป็นตัวอย่างหรือแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หรือระดับอื่น ๆ ได้

2. ครูควรเสริมแรงนักเรียนในทางบวก เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นหรือคำตอบ ละเว้นตัดสินถูก-ผิด แต่จะเน้นการเสนอแนะทางเพิ่มเติมให้นักเรียนด้วยเหตุผล เพราะคำถามปลายเปิดจะมีวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธี ครูเป็นผู้ช่วยทรงให้คำตอบของนักเรียนสามารถนำไปแก้ปัญหาจริง

ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรหาโจทย์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากคิดหาคำตอบ และนำไปประยุกต์ใช้ได้

2. ควรใช้เทคโนโลยีเข้ามาจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และจะดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้มาก อีกทั้งยังเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

3. ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามปลายเปิด ในเวลาเรียนปกติและควรทำการทดลองในทุกๆระดับชั้น

4. ควรมีการวัดเจตคติของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

- กชกร รุ่งหัวไผ่. (2547). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3). วิทยานิพนธ์การศึกษา มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรมวิชาการ. (2537). ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎีการเรียนการสอน การวัดผล ประเมินผล. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). การสังเคราะห์วิธีการสอน วิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ขวัญตา ทุนเทพย์. (2545). ผลการเล่านิทานประกอบคำถามปลายเปิดแบบเร้าที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- คงรัฐ นวลเป่ง. (2547). การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อประเมินทักษะการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จ. น่าน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. (2554). ทักษะแห่งอนาคตใหม่ การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. เข้าใจได้จาก <http://www.QLF.or.th>
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- จันทิมา สำนักโนน. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

- จิตรลดา บุญรัมย์. (2548). *ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านวิธีการคิดทางภาษาแบบต่างๆกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดยโสธร*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวัดผลการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เจนสมุทร แสงพันธ์. (2548). *การใช้คำถามปลายเปิดในการจัดการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. รายงานการวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชมพูเนกซ์ ชูเชิดรัตน์ สุเพียรพิศ นวศิษฏ์กุล และสุภา เสือเขียว. (2551). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดกับที่เรียนแบบปกติ*. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองการศึกษา มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ณัฐพงศ์ วงษ์ลุย. (2552). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดขอนแก่น*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทิสนา แคมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญเกื้อ คอระหาเวช. (2542). *นวัตกรรมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เจริญวิทย์การพิมพ์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2543). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปานจิต รัตนพล. (2547). *ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2543). *กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิด*. *วารสารคณิตศาสตร์*, (ฉบับพิเศษ), 28-30.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. คุษฎีนิพนธ์การศึกษาคุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: เฮาส์ออฟเดอมิสต์.

- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2556). *ทักษะ ๕c เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนอิงมาตรฐาน*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2556). *สอนเขียนแผนบูรณาการ บนฐานเด็กเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิสมัย อาแพงพันธ์. (2551). *ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ภาณุวัฒน์ เปรมปรี. (2556). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องระบบนิเวศน้ำจืด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประเทียนวิทยาทาน จังหวัดสระบุรี*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2548). *ยุทธวิธีเกี่ยวกับความตระหนักในการคิดในกระบวนการแก้ปัญหา* ปลายเปิด. *วารสารวิจัย มข. (บศ.)*, 7(1), 156-163.
- ยุทธพงษ์ อินทมอน. (2555). *การสร้างชุดกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบร่วมมือส่งเสริมพฤติกรรมกลุ่มและการนำเสนอผลงาน เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ยุพิน สันติดำรงพันธุ์. (2549). *การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบโครงการคณิตศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ราตรี เกตบุตรดา. (2546). *ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชามัธยมศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุจิอาภา รุจิยาปนนท์. (2550). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รุ่งพิวา แคว้งอินทร์. (2551). *ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

- เริงชัย คำสุวรรณ. (2553). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาปลายเปิดเรื่องฟังก์ชันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัยสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์นธ์ เดชะคุปต์. (2551). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว).
- วันดี วิวัฒน์รัตนกุล. (2552). ผลการใช้ชุดกิจกรรมเรขาคณิตสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วิษณุกร วัลย์พิศ. (2547). องค์ประกอบที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศศิธร เกื้อนสว่าง. (2548). การศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2553). นวัตกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. (2553). การเปลี่ยนแปลงโลกของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และการพัฒนาสู่ “ครูมืออาชีพ” ใน สุดาพร ลักษณ์นิยานิน (บรรณาธิการ). การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง. กรุงเทพฯ: สมาคมเครือข่ายการพัฒนาวิชาชีพอาจารย์และองค์กรอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2550). 20 วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม การเรียนรู้โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- แสงจันทร์ พิษฐานุรัตน์. (2549). ผลการใช้ปัญหาปลายเปิดพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542*. เข้าได้ถึงจาก <http://www.onec.go.th>
- อารี พันธุ์ณี. (2547). *ฝึกให้เป็น คิดให้สร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: โยโหม ครีเอทีฟ กรุ๊ป.
- อารี รังสินันท์ (2528). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ธนะการพิมพ์.
- อุษณีย์ เสือจันทร์. (2553). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*.
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา,
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- Bronislava, S., & Petr, E. (2011). On Open-Ended and Close-Ended Questions in Didactic Tests of Mathematics. *Problems of Education in the 21st Century*, 28, 114-123.
- Foong Pui Yee. (2000). Open-ended problems for higher-order thinking in mathematics. *Teaching and Learning*, 20(2), 49-57.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Hafizah Husain. (2012). How to Construct Open Ended Questions. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 60.
- Johnson, D.W., & Johnson, R.T. (1974). Instructional goal structure: Cooperative competitive, or individualistic. *Educational Research*, 44, 213-240.
- Keith, R.L., Kathy, L., & Denise, S.M. (2005). Getting Started with Open-Ended Assessment. *Teaching Children Mathematics*, 413-419.
- Lee, Hwang, & Seo. (2003). Understanding of Creativity by Korean Elementary Teachers in Gifted Education. *Creativity Research Journal*, 18(2), 237-242.
- Lucille E. Davy. (2006). *New Jersey Assessment of Skills and Knowledge*. New Jersey: Department of Education, New Jersey.
- Mehdi, N., Narges, Y., & Shahrnaz, B. (2012). Mathematical Creativity : Some definition and characteristics. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 31(2012), 285-291.
- Moon & Schulman. (1995). *Open-ended items "have more than one answer and/or can be solved in a variety of ways*.

- Robyn, Z., Peter, S., & Judy, M. (2001). Open Ended Tasks and barriers to learning teachers' perspectives. *APMC*, 6(1), 4-9.
- Ron Pelfrey. (2000). *Open-Ended Questions For Mathematics*. Retrieved from <http://www.arsi.org/>
- Takeshi Miyakawa. (2006). *A study of "Good" Mathematics teaching in Japan*. Japan: University of Tsukuba.
- Toshihiro Imai. (2000). *The influence of overcoming fixation in mathematics towards divergent thinking in open-ended mathematics problems on Japanese junior high school students*. Japan: Faculty of Education, Wakayama University.
- Wendy, S., & Nicole, I. (2004). *Open-Ended Items Better Reveal Students' Mathematical Thinking*.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

ที่ ศธ ๒๖๑๕.๑/ว

อว๑๖

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ดร.นาคนิมิต อรรถศรีวิธ

ด้วยนางสาวกันตารัตน์ ชื่องย่า นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ชุดกิจกรรม การเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชลอรัชดาภิเษก จ.จันทบุรี โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตี เลิศประไพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมี ประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๑๐๕๕๘๖



ที่ ศธ ๖๖๑๕.๑/๗ ๐๖๖๖

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
 ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑



มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอดำเนินการขอทุนค่าตอบแทนครูสอนเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์จิราภรณ์ จันทร์กิจ

ด้วยนางสาวกันตารณณ์ ช้องย่า นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ชุดกิจกรรม การเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชลอรัชดาภิเษก จ.จันทบุรี โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตี เลิศประไพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมี ประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอดำเนินการขอทุนค่าตอบแทนครูสอนเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๓๕๕๕๖๖



บันทึกข้อความ

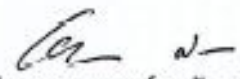
ส่วนงาน คณะวิทยาศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่ งานบริการการศึกษา โทร. ๓๐๘๕
ที่ ศธ ๖๖๓๕.๗/ ๑๔๗๘ วันที่ ๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์บุคลากรตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์

ด้วยนางสาวกันตารณณ์ ช้องย่า นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ภาคพิเศษ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ชุดกิจกรรม
การเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชลอรัชดาภิเษก จ.จันทบุรี โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตี เลิศประไพ
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมี
ประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อารีรักษ์ ชัยวร ตรวจสอบ
เครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์



ที่ ศธ ๒๖๑๕.๑/ ๐๖๖๕

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
 ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

๒ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ด้วยนางสาวกันตารณีย์ น้อยย่า นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ชุดกิจกรรม การเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชลลึงค์ตากสิโขง จ.จันทบุรี โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตี เลิศประไพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมี ประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ ดร.นาคนิมิต อรรถศรีวิตร ตรวจสอบเครื่องมือ วิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกกรฐ์ ศรีสุข)
 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๓๕๕๖๕๖



ที่ ศธ ๖๖๓๕.๓/ ๐๗๕๐

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๓

มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๘

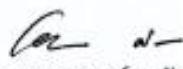
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชลบุรีชนบท

ด้วยนางสาวกัญดาธรรม ช้องย่า นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ชุดกิจกรรม การเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชลบุรีชนบท จ.จันทบุรี โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตี เลิศประไพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมี ประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ อาจารย์จิราภรณ์ จันทร์กิจ ตรวจสอบเครื่องมือ วิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกวิฐ ศรีสุข)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานจัดการศึกษา งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๓๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๗๔๕๕๘๖

ภาคผนวก ข

1. แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนขลุ่ยระนาดวิทยาคม จ.จันทบุรี
2. แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1. แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนขลุ่ยระนาดวิทยาคม จ.จันทบุรี

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านโดยพิจารณา ดังนี้

- +1 ท่านคิดว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นสอดคล้องกับรายการประเมิน
- 0 ท่านไม่แน่ใจว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นสอดคล้องกับรายการประเมิน
- 1 ท่านคิดว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นไม่สอดคล้องกับรายการประเมิน

ตารางที่ 17 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมฯ
	1	2	3		
ชุดกิจกรรมที่ 1 รูปร่างปริศนา					
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับเป็นชุดกิจกรรมเสริมนอกเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมกับกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมของข้อความคำถามในชุดกิจกรรม	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
6. ความเหมาะสมของเกณฑ์คำตอบ	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
7. ความเหมาะสมของชื่อชุดกิจกรรม	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
8. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา	+1	0	+1	1	เหมาะสม

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ความ เหมาะสมของ ชุดกิจกรรมฯ
	1	2	3		
ชุดกิจกรรมที่ 2 ตำแหน่งและทิศทาง					
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับเป็นชุดกิจกรรม เสริมนอกเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การ วิจัย	0	+1	+1	1	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมกับกิจกรรม	0	+1	+1	1	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมของข้อคำถามในชุดกิจกรรม	0	+1	+1	1	เหมาะสม
6. ความเหมาะสมของเกณฑ์คำตอบ	0	+1	+1	1	เหมาะสม
7. ความเหมาะสมของชื่อชุดกิจกรรม	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
8. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 3 จำนวนต่อไป					
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับเป็นชุดกิจกรรม เสริมนอกเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การ วิจัย	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมกับกิจกรรม	0	+1	+1	1	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมของข้อคำถามในชุดกิจกรรม	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
6. ความเหมาะสมของเกณฑ์คำตอบ	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
7. ความเหมาะสมของชื่อชุดกิจกรรม	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
8. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา	+1	+1	+1	1	เหมาะสม

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ความ เหมาะสมของ ชุดกิจกรรมฯ
	1	2	3		
ชุดกิจกรรมที่ 4 จำนวนที่ใช้					
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับเป็นชุดกิจกรรม เสริมนอกเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การ วิจัย	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมกับกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมของข้อคำถามในชุดกิจกรรม	0	+1	+1	1	เหมาะสม
6. ความเหมาะสมของเกณฑ์คำตอบ	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
7. ความเหมาะสมของชื่อชุดกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
8. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 5 การเปลี่ยนแปลง					
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับเป็นชุดกิจกรรม เสริมนอกเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การ วิจัย	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมกับกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมของข้อคำถามในชุดกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
6. ความเหมาะสมของเกณฑ์คำตอบ	0	+1	+1	1	เหมาะสม
7. ความเหมาะสมของชื่อชุดกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
8. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา	+1	+1	+1	1	เหมาะสม

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ความ เหมาะสมของ ชุดกิจกรรมฯ
	1	2	3		
ชุดกิจกรรมที่ 6 โฆษณาชวนเชื่อ					
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	0	+1	+1	1	เหมาะสม
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับเป็นชุดกิจกรรม เสริมนอกเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การ วิจัย	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมกับกิจกรรม	0	+1	+1	1	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมของข้อคำถามในชุดกิจกรรม	+1	0	+1	1	เหมาะสม
6. ความเหมาะสมของเกณฑ์คำตอบ	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
7. ความเหมาะสมของชื่อชุดกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
8. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 7 การแปลผล					
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	0	+1	+1	1	เหมาะสม
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับเป็นชุดกิจกรรม เสริมนอกเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การ วิจัย	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมกับกิจกรรม	0	+1	+1	1	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมของข้อคำถามในชุดกิจกรรม	0	+1	+1	1	เหมาะสม
6. ความเหมาะสมของเกณฑ์คำตอบ	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
7. ความเหมาะสมของชื่อชุดกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
8. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา	+1	+1	+1	1	เหมาะสม

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ความ เหมาะสมของ ชุดกิจกรรมฯ
	1	2	3		
ชุดกิจกรรมที่ 8 เข้าใจข้อมูล					
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	0	+1	+1	1	เหมาะสม
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับเป็นชุดกิจกรรม เสริมนอกเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การ วิจัย	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมกับกิจกรรม	0	+1	+1	1	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมของข้อคำถามในชุดกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
6. ความเหมาะสมของเกณฑ์คำตอบ	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
7. ความเหมาะสมของชื่อชุดกิจกรรม	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
8. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 9 รูปทั่วไป					
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับเป็นชุดกิจกรรม เสริมนอกเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การ วิจัย	-1	+1	+1	1	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมกับกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมของข้อคำถามในชุดกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
6. ความเหมาะสมของเกณฑ์คำตอบ	0	+1	+1	1	เหมาะสม
7. ความเหมาะสมของชื่อชุดกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
8. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา	+1	+1	+1	1	เหมาะสม

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ความ เหมาะสมของ ชุดกิจกรรมฯ
	1	2	3		
ชุดกิจกรรมที่ 10 แทนแกรม					
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับเป็นชุดกิจกรรม เสริมนอกเวลาเรียน	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การ วิจัย	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมกับกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมของข้อคำถามในชุดกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
6. ความเหมาะสมของเกณฑ์คำตอบ	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
7. ความเหมาะสมของชื่อชุดกิจกรรม	+1	+1	+1	1	เหมาะสม
8. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา	+1	+1	+1	1	เหมาะสม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

เนื่องจากเป็นคำถามปลายเปิดที่นักเรียนไม่มีความถนัดในการทำ บทบาทของครูภายใน
ชั้นเรียนจะต้องชี้แจงรายละเอียดอย่างชัดเจนและคอยให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

2. แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านโดย
พิจารณาดังนี้

- +1 ท่านคิดว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นสอดคล้องกับรายการประเมิน
- 0 ท่านไม่แน่ใจว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นสอดคล้องกับรายการประเมิน
- 1 ท่านคิดว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นไม่สอดคล้องกับรายการประเมิน

โดยกำหนดรายการประเมินไว้ 6 รายการ ดังนี้ ความสอดคล้องกับชุดกิจกรรม, เกณฑ์
คำตอบมีความชัดเจน, คำถามกระตุ้นให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์, การใช้ภาษา
เหมาะสม, คำถามชัดเจน และมีความยากง่ายเหมาะสม

ตารางที่ 18 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ความเหมาะสม ของข้อสอบ
	1	2	3		
1	6	4	6	0.89	เหมาะสม
2	2	6	6	0.78	เหมาะสม
3	6	4	6	0.89	เหมาะสม
4	3	3	5	0.61	เหมาะสม
5	6	6	6	1.00	เหมาะสม
6	3	6	6	0.83	เหมาะสม

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	ความเหมาะสมของ ข้อสอบ
	1	2	3		
7	4	6	6	0.89	เหมาะสม
8	6	6	6	1.00	เหมาะสม
9	6	6	6	1.00	เหมาะสม
10	3	6	6	0.83	เหมาะสม

3. ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 19 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน

นักเรียน คนที่	คะแนนที่ได้จากข้อที่					คะแนนรวม (x)	x^2
	1	2	3	4	5		
1	1	1	2	1	2	7	49
2	2	1	1	1	1	6	36
3	2	2	1	2	2	9	81
4	2	2	2	2	1	9	81
5	2	2	2	1	2	9	81
6	2	1	1	1	2	7	49
7	1	2	2	2	1	8	64
8	2	2	2	1	1	8	64
9	2	1	1	1	2	7	49
10	2	2	1	2	1	8	64
11	1	2	2	1	2	8	64
12	1	2	2	2	2	9	81
13	2	1	2	1	2	8	64
14	2	1	1	2	2	8	64
15	2	1	2	2	2	9	81
16	2	2	1	1	2	8	64
$\sum x$	28	25	25	23	27	128	16384
$\sum x^2$	836	668	668	566	778		
S_i^2	49.19	39.31	39.31	33.31	45.78		

จากตารางจะได้ว่า

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^5 s_i^2}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{5}{4} \left[1 - \frac{49.19 + 39.31 + 39.31 + 33.31 + 45.78}{960} \right] \\ &= 0.98\end{aligned}$$

ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย
จำนวน 5 ข้อ คำนวณโดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient α) ของครอนบาค (Cronbach)
มีค่าเท่ากับ 0.98

ภาคผนวก ค

1. คะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. คะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย
3. คะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล
4. คะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
5. คะแนนจากการสัมภาษณ์หลังทดสอบด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
6. คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากคะแนนการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนคะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนสัมภาษณ์
7. คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
8. คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากคะแนนจากการประเมินหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
9. การทดสอบสมมุติฐานของการวิจัย

1. คะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 20 คะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากการปฏิบัติกิจกรรมทั้ง 10 กิจกรรม

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม 120 คะแนน	ร้อยละ
1	100	83.33
2	112	93.33
3	99	82.50
4	97	80.83
5	99	82.50
6	82	68.33
7	97	80.33
8	99	82.50
9	103	85.83
10	85	70.83
11	101	84.17
12	99	82.50
13	95	79.17
14	81	67.50
15	92	76.67
16	88	73.33
17	98	81.67
18	87	72.50
19	105	87.50
20	85	70.83
21	81	67.50
22	96	80.00
23	97	80.83

ตารางที่ 20 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม 120 คะแนน	ร้อยละ
24	90	75.00
25	105	87.50
26	93	77.50
27	84	70.00
28	101	84.17
29	92	76.67
30	91	75.83

2. คะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย

ตารางที่ 21 คะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย ทั้ง 10 ชุดกิจกรรม

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม 120 คะแนน	ร้อยละ
1	90	75.00
2	95	79.17
3	108	90.00
4	89	74.17
5	85	70.83
6	84	70.00
7	90	75.00
8	102	85.00
9	85	70.83
10	90	75.00
11	102	85.00
12	89	74.17
13	85	70.83
14	95	79.17
15	89	74.17
16	108	90.00
17	84	70.00
18	102	85.00
19	102	85.00
20	89	74.17
21	108	90.00
22	85	70.83
23	90	75.00

ตารางที่ 21 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม 120 คะแนน	ร้อยละ
24	84	70.00
25	102	85.00
26	95	79.17
27	89	74.17
28	95	79.17
29	108	90.00
30	84	70.00

3. คะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล

ตารางที่ 22 คะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมรายบุคคล ทั้ง 10 ชุดกิจกรรม

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	ร้อยละ
1	21	70.00
2	24	80.00
3	25	83.33
4	21	70.00
5	18	60.00
6	25	83.33
7	25	83.33
8	26	86.67
9	22	73.33
10	22	73.33
11	27	90.00
12	25	83.33
13	19	63.33
14	22	73.33
15	23	76.67
16	21	70.00
17	25	83.33
18	27	90.00
19	22	73.33
20	25	83.33
21	22	73.33
22	26	86.67
23	22	73.33

ตารางที่ 22 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	ร้อยละ
24	24	80.00
25	25	83.33
26	26	86.67
27	27	90.00
28	25	83.33
29	21	70.00
30	20	66.67

4. คะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์

ตารางที่ 23 คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม 15 คะแนน	ร้อยละ
1	11	73.33
2	14	93.33
3	12	80.00
4	11	73.33
5	12	80.00
6	12	80.00
7	12	80.00
8	12	80.00
9	14	93.33
10	12	80.00
11	12	80.00
12	13	86.67
13	13	86.67
14	12	80.00
15	13	86.67
16	12	80.00
17	11	73.33
18	13	86.67
19	11	73.33
20	12	80.00
21	12	80.00
22	11	73.33
23	10	66.67

ตารางที่ 23 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม 15 คะแนน	ร้อยละ
24	13	86.67
25	13	86.67
26	12	80.00
27	12	80.00
28	13	86.67
29	12	80.00
30	12	80.00

5. คะแนนจากการสัมภาษณ์หลังทดสอบด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 24 คะแนนจากการสัมภาษณ์หลังทดสอบด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม 12 คะแนน	ร้อยละ
1	9	75.00
2	9	75.00
3	10	83.33
4	8	66.67
5	8	66.67
6	9	75.00
7	10	83.33
8	8	66.67
9	9	75.00
10	10	83.33
11	10	83.33
12	9	75.00
13	8	66.67
14	9	75.00
15	8	66.67
16	10	83.33
17	8	66.67
18	10	83.33
19	10	83.33
20	8	66.67
21	8	66.67
22	9	75.00
23	8	66.67

ตารางที่ 24 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนเต็ม 12 คะแนน	ร้อยละ
24	10	83.33
25	9	75.00
26	9	75.00
27	10	83.33
28	8	66.67
29	10	83.33
30	10	83.33

**6. คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากคะแนนการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน
คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนสัมภาระณ์**

ตารางที่ 25 คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากคะแนนการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน
คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และคะแนนสัมภาระณ์

นักเรียน คนที่	คะแนนปฏิบัติ กิจกรรม ร้อยละ 75	คะแนนจากแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ ร้อยละ 15	คะแนนสัมภาระณ์ ร้อยละ 10	รวม (100 คะแนน)
1	58	11	8	77
2	64	14	8	85
3	64	12	8	85
4	57	11	7	75
5	55	12	7	74
6	54	12	8	74
7	59	12	8	80
8	63	12	7	82
9	58	14	8	80
10	55	12	8	75
11	64	12	8	85
12	60	13	8	80
13	55	13	7	74
14	55	12	8	75
15	57	13	7	76
16	60	12	8	80
17	58	11	7	76
18	61	13	8	82
19	63	11	8	82
20	56	12	7	75
21	58	12	7	77

ตารางที่ 25 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนปฏิบัติ กิจกรรม ร้อยละ 75	คะแนนจากแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ ร้อยละ 15	คะแนนสัมภาษณ์ ร้อยละ 10	รวม (100 คะแนน)
22	58	11	8	77
23	58	10	7	74
24	56	13	8	77
25	64	13	8	85
26	60	12	8	80
27	57	12	8	77
28	62	13	7	81
29	61	12	8	81
30	54	12	8	74

7. คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 26 คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ชุด

นักเรียน คนที่	คะแนน พฤติกรรม (120 คะแนน)	คะแนนกลุ่มย่อย (120 คะแนน)	คะแนน รายบุคคล (30 คะแนน)	รวม (270 คะแนน)	ร้อยละ
1	100	90	21	211	78.15
2	112	95	24	231	85.56
3	99	108	25	232	85.93
4	97	89	21	207	76.67
5	99	85	18	202	74.81
6	82	84	25	191	70.74
7	97	90	25	212	78.52
8	99	102	26	227	84.07
9	103	85	22	210	77.78
10	85	90	22	197	72.96
11	101	102	27	230	85.19
12	99	89	25	213	78.89
13	95	85	19	199	73.70
14	81	95	22	198	73.33
15	92	89	23	204	75.56
16	88	108	21	217	80.37
17	98	84	25	207	76.67
18	87	102	27	216	80.00
19	105	102	22	229	84.81

ตารางที่ 26 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนน พฤติกรรม (120 คะแนน)	คะแนนกลุ่มย่อย (120 คะแนน)	คะแนน รายบุคคล (30 คะแนน)	รวม (270 คะแนน)	ร้อยละ
20	85	89	25	199	73.70
21	81	108	22	211	78.15
22	96	85	26	207	76.67
23	97	90	22	209	77.40
24	90	84	24	198	73.33
25	105	102	25	232	85.93
26	93	95	26	214	79.26
27	84	89	27	200	74.07
28	101	95	25	221	81.85
29	92	108	21	221	81.85
30	91	84	20	195	72.22

8. คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากคะแนนจากการประเมินหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 27 คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากคะแนนจากการประเมินหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ชุด

นักเรียน คนที่	คะแนนจากการประเมินหลังเรียน		รวม (27 คะแนน)	ร้อยละ
	แบบวัดความคิด สร้างสรรค์ (15 คะแนน)	สัมภาษณ์ (12 คะแนน)		
1	11	9	20	70.07
2	14	9	23	85.19
3	12	10	22	81.48
4	11	8	19	70.37
5	12	8	20	74.07
6	12	9	21	77.78
7	12	10	22	81.48
8	12	8	20	74.07
9	14	9	23	85.19
10	12	10	22	81.48
11	12	10	22	81.48
12	13	9	22	81.48
13	13	8	21	77.78
14	12	9	21	77.78
15	13	8	21	77.78
16	12	10	22	81.48
17	11	8	19	70.37
18	13	10	23	85.19

ตารางที่ 27 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนจากการประเมินหลังเรียน		รวม (27 คะแนน)	ร้อยละ
	แบบวัดความคิด สร้างสรรค์ (15 คะแนน)	สัมภาษณ์ (12 คะแนน)		
19	11	10	21	77.78
20	12	8	20	74.07
21	12	8	20	74.07
22	11	9	20	74.07
23	10	8	18	66.67
24	13	10	23	85.19
25	13	9	22	81.48
26	12	9	21	77.78
27	12	10	22	81.48
28	13	8	21	77.78
29	12	10	22	81.48
30	12	10	22	81.48

9. การทดสอบสมมุติฐานของการวิจัย

ผลการทดสอบทวินาม (Binomial Test) เพื่อทดสอบว่าหลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้วมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

สมมุติฐานคือ $H_0 : P \geq 0.6$

$H_1 : P < 0.6$

สถิติทดสอบ $P(X < x)$ เมื่อ $p = 0.6$

$$\text{เมื่อ } P(X < x) = P(X \leq x - 1) = \sum_{i=0}^{x-1} \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i}$$

จะได้ $P(x < 30) = P(x \leq 29)$

$$\begin{aligned} &= \binom{30}{0} (0.6^0)(0.4^{30}) + \binom{30}{1} (0.6^1)(0.4^{29}) + \dots + \binom{30}{29} (0.6^{29})(0.4^1) \\ &= 0.9999 \end{aligned}$$

จะได้ว่า $0.9999 \geq 0.6$

เพราะฉะนั้นยอมรับ H_0 ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชลรัฐคาทอลิก มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ภาคผนวก ง

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริม
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม

คำชี้แจง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นชุดนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นชุดกิจกรรมประกอบการบรรยายของครูผู้สอน ในชุดกิจกรรมจะประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เอกสารเสริมสำหรับครู ใบกิจกรรม และแบบสังเกตพฤติกรรม โดยมีขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมดังนี้

1. ครูผู้สอนศึกษาคู่มือการใช้ชุดกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารเสริมสำหรับครู
2. จัดเตรียมสื่อและใบกิจกรรมให้เพียงพอต่อจำนวนผู้เรียน
3. ศึกษาคำถามปลายเปิดที่จะใช้ในขั้นนำของแต่ละชุด พร้อมทั้งศึกษาเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งจะปรากฏอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้
4. ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือในแต่ละชุดกิจกรรมว่าจะต้องจัดการเรียนรู้อย่างไร ซึ่งจะปรากฏในแนวทางการจัดกิจกรรมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้
5. ศึกษาคำถามปลายเปิดที่จะใช้ในขั้นสอนของแต่ละชุดตามแนวทางการจัดกิจกรรมและใบกิจกรรมแนบในเอกสารเสริมสำหรับครู
6. ศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนการตอบคำถามปลายเปิด
7. บันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ลงในแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบที่ใช้บันทึกพฤติกรรมของนักเรียนรายบุคคล จากการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละชุดกิจกรรม โดยครูอาจมีการสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อบันทึกเป็นคะแนนพฤติกรรมได้ ในงานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์นี้กับทั้ง 10 ชุดกิจกรรม ชุดละ 12 คะแนน รวม 120 คะแนน
8. เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมครบทั้ง 10 ชุดแล้ว ชุดละ 2 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง ครูนำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาทดสอบนักเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
9. สัมภาษณ์นักเรียนรายบุคคลโดยแบ่งสัมภาษณ์ครั้งละ 1 ชั่วโมงจำนวน 10 คน รวมใช้เวลา 3 ชั่วโมง ให้คะแนนตามเกณฑ์การสัมภาษณ์

เกณฑ์การให้คะแนนแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดคล่อง	3 คะแนน	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดหาคำตอบ ทำงานด้วยความกระฉับกระเฉง เป็นเวลาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	2 คะแนน	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดหาคำตอบ ทำงานด้วยความกระฉับกระเฉง คิดเป็นร้อยละ 50-74 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	1 คะแนน	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดหาคำตอบ ทำงานด้วยความกระฉับกระเฉง คิดเป็นร้อยละ 25-49 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	0 คะแนน	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดหาคำตอบ ทำงานด้วยความกระฉับกระเฉง เป็นเวลาต่ำกว่าร้อยละ 25 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
คิดยืดหยุ่น	3 คะแนน	นักเรียนนำเสนอรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาในขณะปฏิบัติกิจกรรม อย่างต่อเนื่อง เป็นเวลาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	2 คะแนน	นักเรียนนำเสนอรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาในขณะปฏิบัติกิจกรรม อย่างต่อเนื่อง คิดเป็นร้อยละ 50-74 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	1 คะแนน	นักเรียนนำเสนอรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาในขณะปฏิบัติกิจกรรม อย่างต่อเนื่อง คิดเป็นร้อยละ 25-49 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	0 คะแนน	นักเรียนนำเสนอรูปแบบวิธีการแก้ปัญหาในขณะปฏิบัติกิจกรรม เป็นเวลาต่ำกว่าร้อยละ 25 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดริเริ่ม	3 คะแนน	นักเรียนเป็นผู้บรรยาย ชี้แจง เสนอแนะแนวทางการคำตอบให้เพื่อนในกลุ่มฟัง เป็นเวลาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	2 คะแนน	นักเรียนเป็นผู้บรรยาย ชี้แจง เสนอแนะแนวทางการคำตอบให้เพื่อนในกลุ่มฟัง คิดเป็นร้อยละ 50-74 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	1 คะแนน	นักเรียนเป็นผู้บรรยาย ชี้แจง เสนอแนะแนวทางการคำตอบให้เพื่อนในกลุ่มฟัง คิดเป็นร้อยละ 25-49 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	0 คะแนน	นักเรียนเป็นผู้บรรยาย ชี้แจง เสนอแนะแนวทางการคำตอบให้เพื่อนในกลุ่มฟัง เป็นเวลาต่ำกว่าร้อยละ 25 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
คิดละเอียดลออ	3 คะแนน	นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของงาน แสดงความคิดเห็นให้เพื่อนแก้ไขจุดบกพร่อง หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม ด้วยเหตุผล เป็นเวลาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	2 คะแนน	นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของงาน แสดงความคิดเห็นให้เพื่อนแก้ไขจุดบกพร่อง หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม ด้วยเหตุผล คิดเป็นร้อยละ 50-74 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	1 คะแนน	นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของงาน แสดงความคิดเห็นให้เพื่อนแก้ไขจุดบกพร่อง หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม ด้วยเหตุผล คิดเป็นร้อยละ 25-49 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม
	0 คะแนน	นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของงาน แสดงความคิดเห็นให้เพื่อนแก้ไขจุดบกพร่อง หรือหาข้อมูลเพิ่มเติม ด้วยเหตุผล เป็นเวลาต่ำกว่าร้อยละ 25 ของเวลาทั้งหมดกิจกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คนที่	ชื่อ	ความคิดคล่อง ระดับคะแนน (0-3)	ความคิดยืดหยุ่น ระดับคะแนน (0-3)	ความคิดริเริ่ม ระดับคะแนน (0-3)	ความคิด ละเอียดลออ ระดับคะแนน (0-3)	บันทึก เพิ่มเติม
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						

27						
28						
29						
30						

เกณฑ์การให้คะแนนในการสัมภาษณ์หลังใช้ชุดกิจกรรมทั้ง 10 ชุด

ถามเพื่อวัดความคิดคล่อง 3 คะแนน เลือกโจทย์ข้อ 1 จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนอธิบายวิธีการเลือกด้านและการได้มาของคำตอบ โดยจับเวลาและให้คะแนนดังนี้

เกณฑ์การสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดคล่อง

คะแนน	รายการประเมิน
3	เมื่อนักเรียนอธิบายการเลือกด้านของตนเองและการได้มาของคำตอบได้ชัดเจน และถูกต้อง ภายในเวลา 1 นาที
2	เมื่อนักเรียนอธิบายการเลือกด้านของตนเองและการได้มาของคำตอบได้ชัดเจน และถูกต้อง แต่ใช้เวลาเกิน 1 นาที
1	เมื่อนักเรียนใช้เวลาอธิบายเกิน 1 นาที บอกที่มาของด้านที่เลือกและการได้มาของคำตอบได้ไม่ชัดเจน
0	นักเรียนไม่สามารถอธิบายที่มาของด้านที่เลือกได้

ถามเพื่อวัดความคิดยืดหยุ่น 3 คะแนน เลือกโจทย์ข้อ 5 จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เปลี่ยนตัวเลขแล้วให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวเลข และให้คะแนนดังนี้

เกณฑ์การสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดยืดหยุ่น

คะแนน	รายการประเมิน
3	เมื่อนักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวเลขในโจทย์ได้ และหาเลขมาเติมในช่องว่างได้ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ
2	เมื่อนักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวเลขในโจทย์ได้ และหาเลขมาเติมในช่องว่างได้ถูกต้อง 1 คำตอบ
1	เมื่อนักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวเลขในโจทย์ได้ แต่หาตัวเลขมาเติมในช่องว่างไม่ได้
0	นักเรียนไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวเลขในโจทย์ได้

ถามเพื่อวัดความคิดริเริ่ม 3 คะแนน เลือกใช้โจทย์ข้อ 4 จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นกำหนดจุดเปลี่ยนของความเร็วในกราฟใหม่จำนวน 3 จุด ให้นักเรียนเล่าสถานการณ์ที่สอดคล้องกับกราฟ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เกณฑ์การสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดริเริ่ม

คะแนน	รายการประเมิน
3	เมื่อนักเรียนเล่าสถานการณ์ที่สอดคล้องกับ 3 จุดเปลี่ยนความเร็วในกราฟได้
2	เมื่อนักเรียนเล่าสถานการณ์ที่สอดคล้องกับ 2 จุดเปลี่ยนความเร็วในกราฟ
1	เมื่อนักเรียนเล่าสถานการณ์ที่สอดคล้องกับ 1 จุดเปลี่ยนความเร็วในกราฟ
0	นักเรียนไม่สามารถเล่าสถานการณ์ที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนความเร็วในกราฟได้

ถามเพื่อวัดความคิดละเอียดลออ 3 คะแนน เลือกใช้โจทย์ข้อ 3 จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เคลื่อนที่จุด D ตามแนวส่วนของเส้นตรง AC 3 ตำแหน่งแล้วให้นักเรียนอธิบายพื้นที่สี่เหลี่ยม EDFB ว่ามีค่ามากหรือน้อยอย่างไร โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เกณฑ์การสัมภาษณ์เพื่อวัดความคิดละเอียดลออ

คะแนน	รายการประเมิน
3	เมื่อนักเรียนบอกความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่สี่เหลี่ยม EDFB ได้ถูกต้องทั้ง 3 จุด
2	เมื่อนักเรียนบอกความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่สี่เหลี่ยม EDFB ได้ถูกต้อง 2 จุด
1	เมื่อนักเรียนบอกความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่สี่เหลี่ยม EDFB ได้ถูกต้อง 1 จุด
0	นักเรียนไม่สามารถบอกขนาดของพื้นที่ที่เปลี่ยนไปได้

ชุดกิจกรรมที่ 1

ชื่อกิจกรรม รูปร่างปริศนา

คำชี้แจง

1. ครูศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 1
2. ครูเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
3. ในชุดกิจกรรมที่ 1 จะมีคำถามปลายเปิดจำนวน 3 คำถาม ดังนี้
 ในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องห้องนอน
 ในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องพื้นที่มากที่สุด และ
 ในใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องการรั่วไหลของน้ำมัน
4. เกณฑ์การให้คะแนนครูสามารถศึกษาได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 1

ให้นักเรียนเขียนเหตุผลให้ได้มากที่สุดว่า
ทำไมห้องส่วนใหญ่ถึงต้องเป็นรูป
สี่เหลี่ยม ให้เวลา 3 นาที

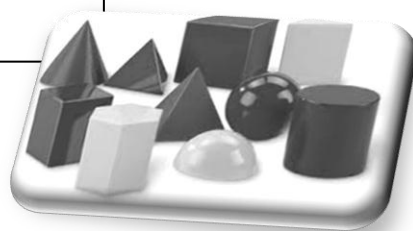
ใบกิจกรรมที่ 1

ชื่อ



A large rectangular box containing 15 horizontal dotted lines for writing.

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับกระดาษกราฟและเชือกที่มีความยาว
เท่ากันเพื่อใช้ออกแบบรูปร่างของห้องนอนว่าควรมีรูปร่างแบบ
ใดจึงจะมีพื้นที่มากที่สุด



ตารางบันทึกข้อมูลการสำรวจพื้นที่

รูปร่างที่นักเรียนออกแบบ	พื้นที่ที่นับได้

ดังนั้น ควรออกแบบห้องนอนเป็นแบบใดจึงจะมีพื้นที่มากที่สุด

.....

ชุดกิจกรรมที่ 2

ชื่อกิจกรรม ตำแหน่งและทิศทาง

คำชี้แจง

1. ครูศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 2
2. ครูเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
3. ในชุดกิจกรรมที่ 2

จะมีคำถามปลายเปิดจำนวน 2 คำถาม ดังนี้

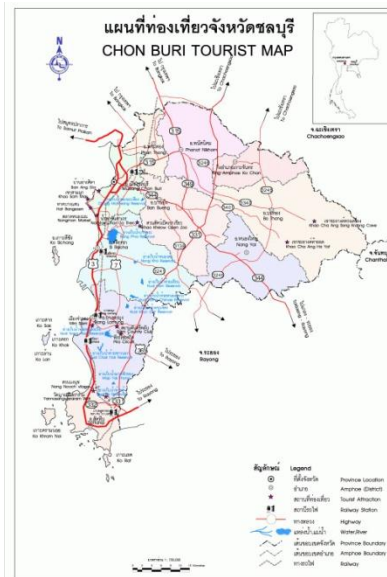
ในใบกิจกรรมที่ 4 เรื่องคณิตในแผนที่

ในใบกิจกรรมที่ 5 ท่องเที่ยวด้วยตนเอง

4. เกณฑ์การให้คะแนนครูสามารถศึกษาได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 2

ใบกิจกรรมที่ 4 คณิตในแผนที่

ให้นักเรียนเขียนหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ ทั้งในแง่ของการนำไปใช้ และการสร้างแผนที่ ให้ได้มากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....

ใบกิจกรรมที่ 5 ท่องเที่ยวด้วยตัวเอง

ประเทศสิงคโปร์เป็นประเทศที่นักท่องเที่ยวนิยมเดินทางด้วยตนเอง เพราะมีการคมนาคมที่สะดวก รวดเร็ว และครอบคลุมทั่วพื้นที่ โดยเฉพาะการเดินทางด้วยรถไฟฟ้า

จากแผนที่เส้นทางรถไฟฟ้าในประเทศสิงคโปร์ที่แต่ละกลุ่มได้รับ ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันดังนี้

คนที่ 1-2 กำหนดเส้นทางจากแผนที่

คนที่ 2-4 ศึกษาข้อมูลค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

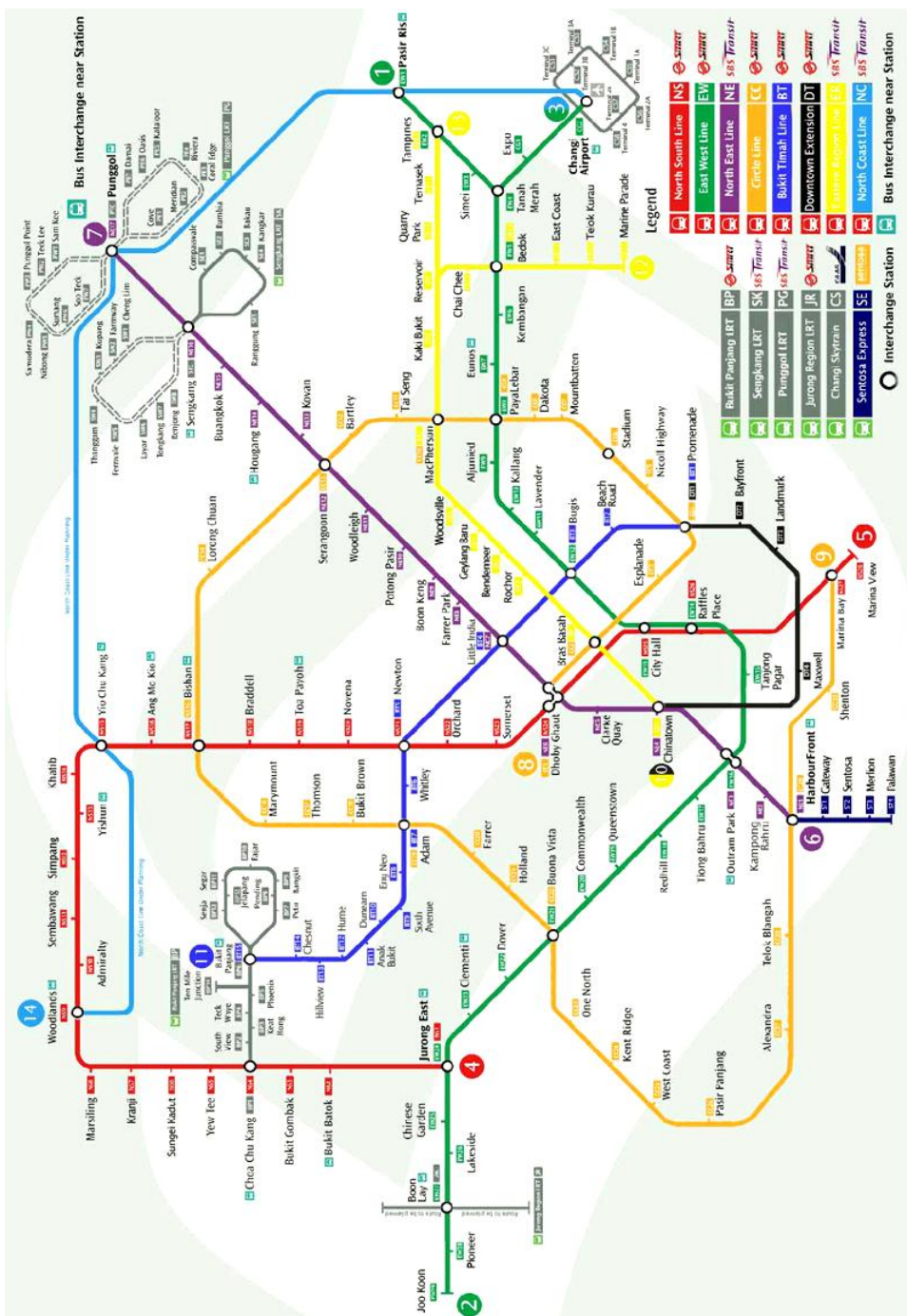
ให้สมาชิกภายในกลุ่มแยกย้ายกันไปเข้ากลุ่ม Expert คือกลุ่มที่ศึกษาหัวเรื่องเดียวกัน แล้วนำความรู้มาขยายผลในกลุ่ม Home เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน

เงื่อนไข :

1. แต่ละกลุ่มจะต้องเดินทางไปยังจุดที่กำหนดครบโดยใช้รถไฟฟ้า ภายใน 1 วัน ให้แต่ละกลุ่มเสนอเส้นทางหลักที่จะใช้และเส้นทางสำรองอย่างน้อย 1 เส้นทาง พร้อมแสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และให้เหตุผลว่าเลือกเส้นทางหลักเพราะเหตุใด
2. นักเรียนจะต้องเขียนบรรยายว่าในเส้นทางที่นักเรียนเลือก นักเรียนจะจ่ายค่าโดยสาร โดยใช้บัตรประเภทใด เสียค่าใช้จ่ายอย่างไร รวมแล้วเท่าไร
3. ทุกกลุ่มจะเริ่มออกเดินทางจาก Changi airport จุดที่แต่ละกลุ่มจะต้องไปคือ สถานี Punggol, Orchard, Chinese Garden, Queentown, City Hall, Sentosa และ Marina Bay โดยนักเรียนสามารถกำหนดลำดับการไปของแต่ละสถานที่ได้เองแต่จะต้องไปครบทุกที่ ในที่นี้จะไม่นำเวลาที่แวะแต่ละสถานที่มาคิด
4. ให้แต่ละกลุ่มใช้ข้อมูลแผนที่ และอัตราค่าโดยสารตามเอกสารที่ได้รับแจก

เอกสารประกอบใบกิจกรรมที่ 5 ท่องเที่ยวด้วยตนเอง

แผนที่เส้นทางเดินรถไฟฟ้าในประเทศสิงคโปร์



เอกสารประกอบใบกิจกรรมที่ 5 ท่องเที่ยวด้วยตนเอง

อัตราค่าโดยสารรถไฟฟ้าของประเทศสิงคโปร์

(เป็นอัตราที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในชุดกิจกรรมนี้เท่านั้น)

ประเภทบัตรโดยสาร

1. Standard Ticket

Standard Ticket เหมาะกับคนที่เดินทางไม่บ่อย จะต้องไปซื้อที่ตู้บริการขายตั๋วอัตโนมัติในสถานีรถไฟ จากนั้นกด เลือกสถานีปลายทาง ที่เราจะไป เครื่องจะแสดงอัตราค่าโดยสาร (เวลาซื้อตั๋วเที่ยวเดียวเครื่องจะบวกค่าประกันบัตร 1 เหรียญสิงคโปร์ ดังนั้นเมื่อเราเดินทางถึงจุดหมาย ก็ นำไปคืนที่ตู้ แล้วรับเงินคืน ภายในวันเดียวกัน เท่านั้น) เสียค่าใช้จ่ายเฉลี่ยสถานีละ 1.29 เหรียญสิงคโปร์

2. EZ-Link Card

บัตร EZ-Link ราคา 12 เหรียญสิงคโปร์ (มูลค่าที่ใช้ได้ 7 เหรียญสิงคโปร์ และเงินค่าบัตร 5 เหรียญสิงคโปร์ ค่าบัตรจะไม่สามารถแลกคืนได้) สามารถเติมเงินได้ที่ตู้บริการของทุกสถานีและเงินที่เติมสามารถรับคืนได้ตลอดอายุบัตรคือ 5 ปี เสียค่าใช้จ่ายเฉลี่ยสถานีละ 1.57 เหรียญสิงคโปร์

ชุดกิจกรรมที่ 3

ชื่อกิจกรรม จำนวนต่อไป

คำชี้แจง

1. ครูศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 3
2. ครูเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
3. ในชุดกิจกรรมที่ 3

จะมีคำถามปลายเปิดจำนวน 3 คำถาม ดังนี้

ในใบกิจกรรมที่ 6 ราคาน้ำมัน

ในใบกิจกรรมที่ 7 เครื่องคิดเลข

ในใบกิจกรรมที่ 8 จำนวนต่อไป

4. เกณฑ์การให้คะแนนครูสามารถศึกษาได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 3

ชื่อ.....กลุ่ม HOME.....

ใบกิจกรรมที่ 6 ราคาน้ำมัน

ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่าเหตุใดราคา
น้ำมัน จึงปรับขึ้น/ลง ครึ่งละไม่ถึงหนึ่งบาท และถ้า
หากมีการปรับขึ้น/ลงครึ่งละเต็มบาทจะส่งผล
กระทบต่อผู้บริโภคอย่างไร อธิบายพร้อม
ยกตัวอย่างประกอบ

ราคาน้ำมันใหม่		
(มีผล 05.00 น. 23 ม.ค.58)		
เบนซิน 95	33.96	บาท/ลิตร
แก๊สโซฮอล์ 95	26.90	บาท/ลิตร
แก๊สโซฮอล์ 91	25.58	บาท/ลิตร
E20	24.18	บาท/ลิตร
E85	21.68	บาท/ลิตร
ดีเซล	25.09	บาท/ลิตร

หมายเหตุ น้ำมันทุกชนิดลด 40 สต./ลิตร ยกเว้น อี 85 ลด 20 สต./ลิตร

ใบกิจกรรมที่ 8 จำนวนต่อไป

กลุ่ม HOME.....

จากแผนภาพที่กำหนดให้เป็น 5 แถวแรกของจำนวนที่มีความสัมพันธ์กัน

1. ให้นักเรียนเขียนผลบวกของแต่ละแถว จากนั้นตั้งข้อสังเกตเพื่อหาแบบรูปของผลรวมในแต่ละแถว เขียนให้อยู่ในรูปทั่วไป

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ให้นักเรียนเขียนทำนายจำนวนในอีก 4 แถวลัดไป พร้อมอธิบายเหตุผลว่าได้คำตอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1

ชุดกิจกรรมที่ 4

ชื่อกิจกรรม จำนวนที่ใช้

คำชี้แจง

1. ครูศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 4
2. ครูเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
3. ในชุดกิจกรรมที่ 4

จะมีคำถามปลายเปิดจำนวน 5 คำถาม ดังนี้

ในใบกิจกรรมที่ 9 ค่าที่ต่างกัน

ในใบกิจกรรมที่ 10 จำนวนที่ใช้ 1

ในใบกิจกรรมที่ 11 จำนวนที่ใช้ 2

ในใบกิจกรรมที่ 12 จำนวนที่ใช้ 3

ในใบกิจกรรมที่ 13 จำนวนที่ใช้ 4

4. เกณฑ์การให้คะแนนครูสามารถศึกษาได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 4

ใบกิจกรรมที่ 13 จำนวนที่ใช้ 4

คำถามที่ 4 จงใช้เลขต่อไปนี้ 1, 3, 5, 7 และ 9 เพียงครั้งเดียว สร้างเป็นเลขสามหลัก และเลขสองหลัก ที่เมื่อนำมาคูณกันแล้วได้ผลลัพธ์มากที่สุด และน้อยที่สุด ตามลำดับ

□□□

×

□□

□□□

×

□□

.....

จงเขียนหลักการที่ใช้ในการเลือกจำนวนมาเติมเพื่อให้ได้ผลคูณมากที่สุด

.....

จงเขียนหลักการที่ใช้ในการเลือกจำนวนมาเติมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์น้อยที่สุด

.....

ชุดกิจกรรมที่ 5

ชื่อกิจกรรม การเปลี่ยนแปลง

คำชี้แจง

1. ครูศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 5
2. ครูเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
3. ในชุดกิจกรรมที่ 5

จะมีคำถามปลายเปิดจำนวน 4 คำถาม ดังนี้

ในใบกิจกรรมที่ 14 อัตราเร็ว 1

ในใบกิจกรรมที่ 15 อัตราเร็ว 2

ในใบกิจกรรมที่ 16 การให้ยาทางหลอดเลือด 1

ในใบกิจกรรมที่ 17 การให้ยาทางหลอดเลือด 2

4. เกณฑ์การให้คะแนนครูสามารถศึกษาได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 5

กลุ่ม Home

ใบกิจกรรมที่ 15 อัตราเร็ว 2

คำถามที่ 2 : ให้นักเรียนสร้างสถานการณ์การเคลื่อนที่ของรถ โดยต้องมีการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วอย่างน้อย 3 ระยะ พร้อมทั้งวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วและเวลาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่สร้าง โดยรูปแบบของสถานการณ์และกราฟจะต้องไม่ซ้ำกับคำถามในข้อ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กราฟแสดงความสัมพันธ์

สูตรการคำนวณอัตราการหยดมีดังนี้

$$D = \frac{dv}{60n}$$

โดยที่ D แทนอัตราการหยด หน่วยเป็นหยดต่อนาที

d แทนสัมประสิทธิ์การหยด หน่วยเป็นจำนวนหยดต่อมิลลิเมตร

v แทนปริมาตรของยาที่ให้ผู้ป่วยทางหลอดเลือด หน่วยเป็น มิลลิเมตร



คำถามที่ 1 : หากพยาบาลคนหนึ่งต้องการให้ระยะเวลาของการให้ยาทางหลอดเลือดลดลงสองเท่า จงอธิบายพร้อมแสดงการคำนวณว่า D เปลี่ยนแปลงอย่างไร ถ้า n ลดลงสองเท่า แต่ d และ v ไม่เปลี่ยนแปลง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชุดกิจกรรมที่ 6

ชื่อกิจกรรม โฆษณาชวนเชื่อ

คำชี้แจง

1. ครูศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 6
2. ครูเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
3. ในชุดกิจกรรมที่ 6

จะมีคำถามปลายเปิดจำนวน 2 คำถาม ดังนี้

ในใบกิจกรรมที่ 18 ดอกเบี้ยเงินฝากมาจากไหน

ในใบกิจกรรมที่ 19 โฆษณาชวนเชื่อ

4. เกณฑ์การให้คะแนนครูสามารถศึกษาได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 6

ใบกิจกรรมที่ 18 ดอกเบี้ยเงินฝากมาจากไหน

ให้นักเรียนเขียนเหตุผลที่นักเรียนคิดว่า
เป็นไปได้ทั้งหมด ให้ได้มากที่สุดว่า
ธนาคารนำเงินฝากไปทำสิ่งใดเพื่อให้มีเงิน
มาจ่ายดอกเบี้ยคืนให้ผู้ฝากเงิน ภายในเวลา



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....กลุ่ม Home

กลุ่ม Home

ใบกิจกรรมที่ 19 โฆษณาชวนเชื่อ

ให้นักเรียนอ่านคำสั่งให้เข้าใจแล้วแบ่งงานกันศึกษาหาข้อมูลจาก Internet และเขียนข้อความโฆษณาตามเงื่อนไข คิดรูปแบบการนำเสนอ ภายในเวลา 1 ชั่วโมง แต่ละกลุ่มจะต้องทำใบปลิวโฆษณา 1 แผ่นภายในพื้นที่ที่กำหนด

ในชีวิตประจำวันของเรา เราจะพบโฆษณามากมาย ทั้งจากโทรทัศน์ วิทยุ ป้ายประกาศต่างๆ ซึ่งจุดประสงค์หลักของโฆษณาคือ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคให้มาใช้บริการหรือผลิตภัณฑ์ของตน โดยอาจใช้การเล่นคำสร้างความสนใจ แต่มีเงื่อนไข คือ มีความจริงเพียงบางส่วนเท่านั้น และโฆษณาที่พบว่าต้องอ่านข้อความอย่างละเอียดคือ โฆษณาอัตราดอกเบี้ยเงินฝาก ในกิจกรรมนี้จึงต้องการให้นักเรียนคิดข้อความโฆษณาเชิญชวนให้ลูกค้ามาฝากเงินในฐานะที่นักเรียนเป็นธนาคารแห่งหนึ่ง เงื่อนไขคือนักเรียนจะจ่ายดอกเบี้ย ให้กับลูกค้าในอัตราร้อยละ 2.25 ต่อปี และเป็นบัญชีประเภทฝากประจำ 24 เดือน ไม่เสียภาษีดอกเบี้ยเงินฝาก ให้เวลาในการศึกษาหาข้อมูลและคิดข้อความโฆษณาของกลุ่ม 1 ชั่วโมง จากนั้นออกมานำเสนอกลุ่มละ 5 นาที เมื่อทุกกลุ่มนำเสนอแล้ว แต่ละกลุ่มจะต้องเลือกว่าตนจะฝากเงินกับเพื่อนกลุ่มใด โดยเลือกได้กลุ่มละ 1 แห่งเท่านั้น และไม่มีสิทธิ์เลือกกลุ่มของ

แสดงการคำนวณอัตราดอกเบี้ยตามข้อความที่กลุ่มตน โฆษณา ว่ามีค่าเฉลี่ยของอัตราดอกเบี้ยเป็นร้อยละ 2.25 ตามกำหนด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

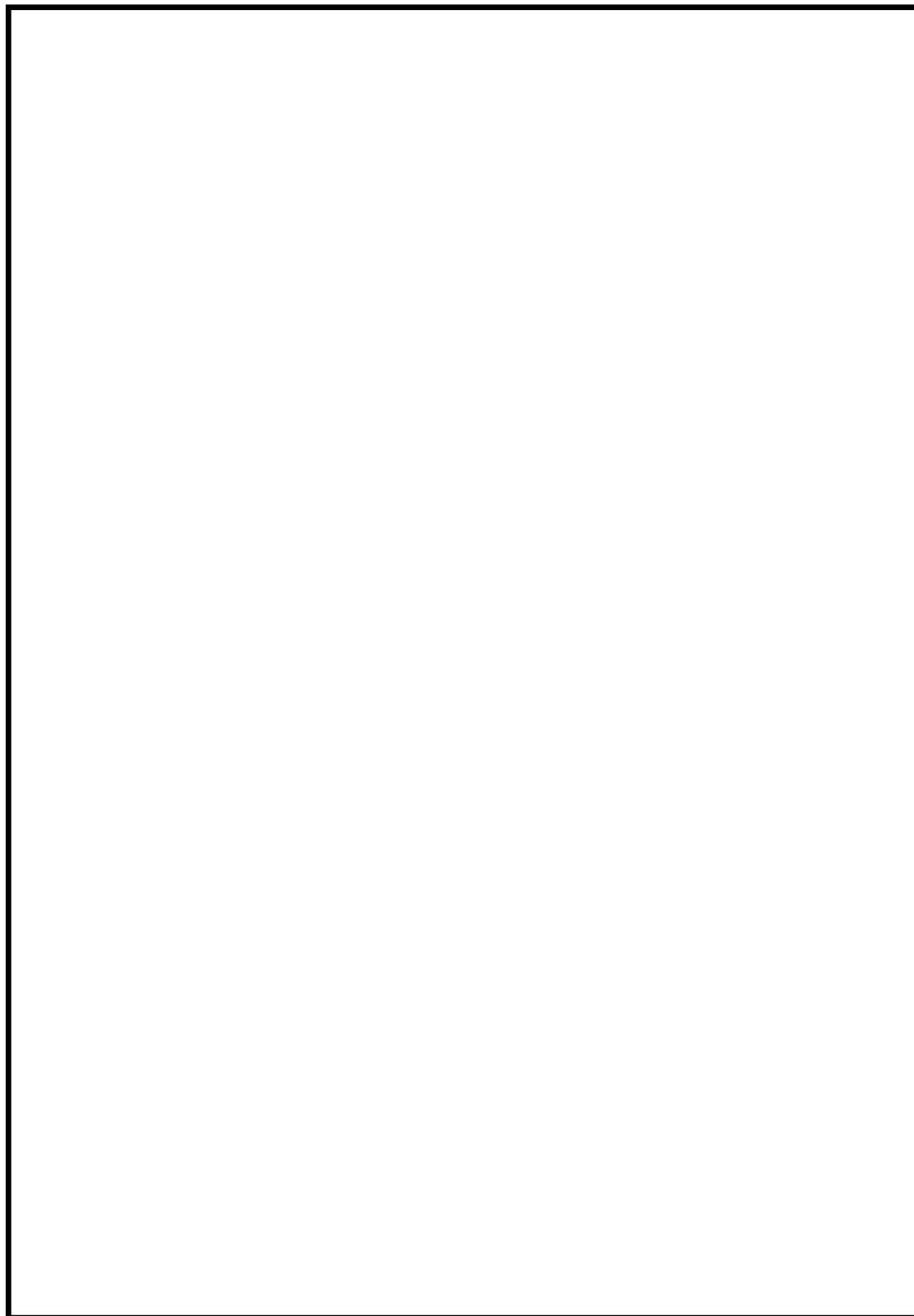
.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 19 โฆษณาชวนเชื่อ

ใบปลิวโฆษณา

กลุ่ม Home



ชุดกิจกรรมที่ 7

ชื่อกิจกรรม การแปลผล

คำชี้แจง

1. ครูศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 7
2. ครูเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
3. ในชุดกิจกรรมที่ 7

จะมีคำถามปลายเปิดจำนวน 3 คำถาม ดังนี้

ในใบกิจกรรมที่ 20 ใครทำอะไร

ในใบกิจกรรมที่ 21 ส่งเสริมการอ่าน 1

ในใบกิจกรรมที่ 22 ส่งเสริมการอ่าน 2

4. เกณฑ์การให้คะแนนครูสามารถศึกษาได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 7

กลุ่ม Home.....

ใบกิจกรรมที่ 21 ส่งเสริมการอ่าน 1

จากสถิติการอ่านหนังสือของของวัยรุ่น อายุ 15-24 ปี ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันศึกษาและทำความเข้าใจข้อมูลทั้ง 6 ด้านที่เป็นสถิติการอ่านหนังสือของวัยรุ่นไทย จงเขียนผลการวิเคราะห์ในมุมมองของนักเรียน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มนำผลการวิเคราะห์มาช่วยกันจัดกิจกรรมส่งเสริมการอ่าน โดยในแต่ละกิจกรรมจะต้องเขียนบอกที่มาว่าจัดกิจกรรมนี้ขึ้น เพราะนำผลมาจากส่วนใด ให้เวลา 50 นาทีในการทำงานและเตรียมนำเสนอ

หัวข้อ	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
1. จำนวนวัยรุ่นที่อ่านหนังสือ	
2. ปริมาณการอ่านหนังสือของวัยรุ่นในรอบ 10 ปี	
3. อ่านมากแค่ไหน	
4. อ่านอะไร	
5. เหตุผลที่อ่าน	
6. ทำไมไม่อ่าน	

ใบกิจกรรมที่ 22 ส่งเสริมการอ่าน 2

รายการกิจกรรมส่งเสริมการอ่าน	เหตุผล	ที่มา

เอกสารประกอบใบกิจกรรมที่ 21-22

ภาพแสดงสถิติการอ่านหนังสือของวัยรุ่น อายุ 15-24 ปี



ชุดกิจกรรมที่ 8

ชื่อกิจกรรม เข้าใจข้อมูล

คำชี้แจง

1. ครูศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 8
2. ครูเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
3. ในชุดกิจกรรมที่ 8

จะมีคำถามปลายเปิดจำนวน 2 ชุดคำถาม ดังนี้

ในใบกิจกรรมที่ 23 ค่ากลางของข้อมูล

ในใบกิจกรรมที่ 24 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

4. เกณฑ์การให้คะแนนครูสามารถศึกษาได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 8

ชื่อ.....

ใบกิจกรรมที่ 23 ค่ากลางของข้อมูล

ให้นักเรียนหาข้อมูลจาก Internet เพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ

.....

..มัธยฐาน คือ

.....

..

ฐานนิยม คือ

.....

..

จากข้อมูลที่กำหนดให้ต่อไปนี้ให้นักเรียนหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต, มัธยฐานและฐานนิยม
 5, 3, 7, 8, 5, 6, 5, 4, 3, 6, 5, 1

.....

ให้นักเรียนเขียนเหตุผลว่า จากตัวอย่างคำถามเรื่องการสำรวจการหันหัวนอนนั้น คำ
 ทำนายที่นักเรียนสรุปได้ ใช้ค่ากลางทางสถิติตัวใด (ค่าเฉลี่ย, มัธยฐาน หรือฐานนิยม)
 พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

.....

ใบกิจกรรมที่ 24 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ว่าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ควรใช้ค่ากลางประเภทใด (ค่าเฉลี่ยเลขคณิต, มัธยฐานหรือฐานนิยม) พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

สถานการณ์	ค่ากลาง	เหตุผล
1. คะแนนสอบของเด็กชายเก่ง จำนวน 5 วิชา ได้คะแนน ดังนี้ 47, 35, 40, 41, 36 จากคะแนนเต็มวิชาละ 50 คะแนน		
2. การสำรวจความชอบผลไม้ 3 ชนิด คือ ส้ม, มังคุด, เงาะ จากคนจำนวน 150 คน		
3. ข้อมูลต่อไปนี้ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10		

ใบกิจกรรมที่ 24 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น (ต่อ)

จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันสรุปว่า ค่าเฉลี่ย, มัชยฐาน และฐานนิยม เหมาะกับข้อมูลประเภทใด พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

ค่ากลาง	ลักษณะของข้อมูลที่เหมาะสม
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	
มัชยฐาน	
ฐานนิยม	

จงเขียนสถานการณ์ตัวอย่างที่มี ค่าเฉลี่ยเลขคณิต = มัชยฐาน = ฐานนิยม ให้ได้มากที่สุด ภายในเวลา 15 นาที

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชุดกิจกรรมที่ 9

ชื่อกิจกรรม ทั่วไป

คำชี้แจง

1. ครูศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 9
2. ครูเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
3. ในชุดกิจกรรมที่ 9

จะมีคำถามปลายเปิดจำนวน 2 ชุดคำถาม ดังนี้

ในใบกิจกรรมที่ 25 แบบรูป

ในใบกิจกรรมที่ 26 ทั่วไป

4. เกณฑ์การให้คะแนนครูสามารถศึกษาได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 9

ใบกิจกรรมที่ 26 รูปทั่วไป

แต่ละกลุ่มจะได้รับกระดาษ A4 กลุ่มละ 1 แผ่น จากนั้นให้นักเรียนดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- ตัดกระดาษออกเป็นรูปสามเหลี่ยมขนาดใหญ่ 1 รูป
- เลือกมุมยอด 1 มุม จากนั้นพับกระดาษแบ่งมุมยอดนั้น 1 ครั้ง มุมมีขนาดเท่าใดก็ได้
- ให้สมาชิกในกลุ่มคนที่เหลือจดบันทึกจำนวนรอยพับ และจำนวนสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นในการพับแต่ละครั้ง
- พับแบ่งมุมที่จุดยอดเดิมแล้วจดบันทึกทุกครั้งที่พับรอยเพิ่ม

จำนวนรอยพับ	จำนวนสามเหลี่ยม

คำถามที่ 1 จากการสำรวจนักเรียนค้นพบแบบรูปใด

.....

คำถามที่ 2 ให้นักเรียนหารูปทั่วไปของ T ที่เขียนในรูปของพจน์ที่ N

.....

ชุดกิจกรรมที่ 10

ชื่อกิจกรรม

คำชี้แจง

1. ครูศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 10
2. ครูเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียน
3. ในชุดกิจกรรมที่ 10

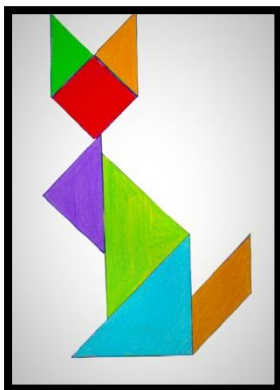
จะมีคำถามปลายเปิดจำนวน 2 ชุดคำถาม ดังนี้

ในใบกิจกรรมที่ 27 แทนแกรม 1

ในใบกิจกรรมที่ 28 แทนแกรม 2

4. เกณฑ์การให้คะแนนครูสามารถศึกษาได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ 10

ใบกิจกรรมที่ 27 แทนแกรม 1



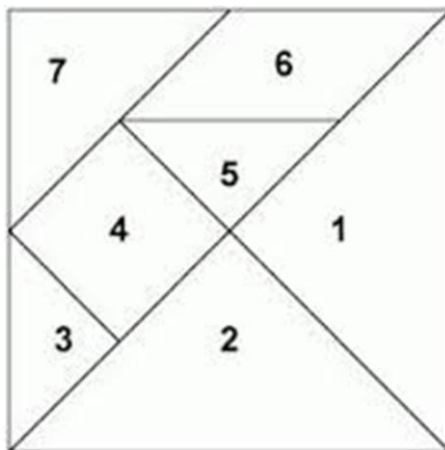
นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับแทนแกรมกลุ่มละ 1 ชุด ให้
นักเรียน ช่วยกันออกแบบรูปร่างที่สร้างจากรูปเรขาคณิตทั้ง 7
ชิ้น โดยมีเงื่อนไขว่าแต่ละชิ้นจะต้องไม่ขาดจากกันและไม่
ซ้อนทับกัน ให้แต่ละกลุ่มวาดรูปที่สร้างได้ ให้ได้มากที่สุด
ภายในเวลา 20 นาที

รูปที่/สร้างเป็นรูป	วาดรูปที่นักเรียนสร้างได้

ใบกิจกรรมที่ 28 แทนแกรม 2

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับแทนแกรมกลุ่มละ 1 ชุด ให้นักเรียนใช้หน่วยวัดเป็น tga (tangram area) ซึ่งหมายถึง พื้นที่ 1 รูปสามเหลี่ยมชั้นที่เล็กที่สุด ในชุดแทนแกรม เพื่อทำการวัด ตามข้อต่อไปนี้

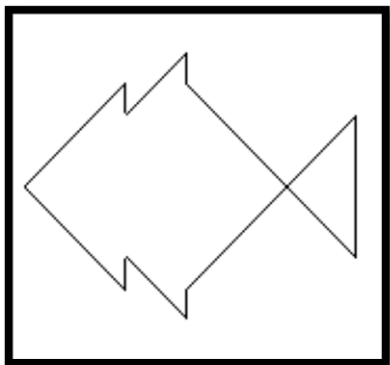
คำถามที่ 1 ให้นักเรียนวัดพื้นที่ของรูปเรขาคณิตทั้ง 7 ชิ้นของชุดแทนแกรม โดยกำหนดหมายเลขประจำชิ้นตามภาพ (หน่วยวัดเป็น tga)



รูปที่	ขนาดพื้นที่(tga)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

ใบกิจกรรมที่ 28 แทนแกรม 2 (ต่อ)

คำถามที่ 2 ให้นักเรียนวัดพื้นที่ของรูปปลาต่อไปนี้ (หน่วยวัดเป็น tga) พร้อมเขียนคำอธิบาย และวาดรูปชิ้นแทนแกรมที่นักเรียนวางเต็มตัวปลาลงในรูปต้นแบบ



พื้นที่ที่นักเรียนวัดได้ แสดงการบวกกันของ
จำนวนชิ้น

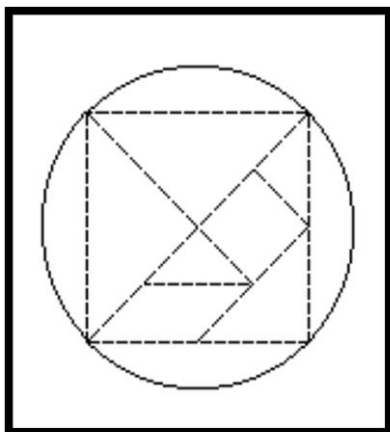
.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 ให้นักเรียนวัดพื้นที่ของรูปวงกลมที่ล้อมรอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังกล่าว (หน่วยวัดเป็น tga) พร้อมเขียนคำอธิบายว่าพื้นที่ที่นักเรียนวัดได้นั้นเป็นพื้นที่ที่แน่นอนหรือใช้การประมาณค่า



พื้นที่รูปวงกลมที่วัดได้

.....

คำอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับชุดกิจกรรมที่ 1

ชื่อกิจกรรม รูปร่างปริศนา

เวลา 2 ชั่วโมง

- จุดประสงค์** ให้นักเรียนสามารถ
1. แสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง
ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
 2. แสดงแนวคิดในการหาพื้นที่ของรูปร่างที่ไม่แน่นอนได้
 3. อธิบายความแตกต่างของพื้นที่ของรูปร่างต่างๆได้

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

การสร้างภาพแทนรูปร่าง

สื่อ/อุปกรณ์

1. ใบเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน
 - 3.1 ใบกิจกรรมที่ 1 ห้องนอน
 - 3.2 ใบกิจกรรมที่ 2 พื้นที่มากที่สุด
 - 3.3 ใบกิจกรรมที่ 3 การรั่วไหลของน้ำมัน
4. เชือกที่มีความยาวเท่ากันจำนวน 7 ชุด (สำหรับนักเรียน 7 กลุ่ม)
5. กระดาษกราฟ จำนวน 7 ชุด
6. ปากกาเคมี

แนวการจัดกิจกรรม

1. ครูแนะนำตนเอง แล้วให้นักเรียนทั้ง 30 คนแนะนำตนเองพร้อมทั้งบอกเหตุผลการสมัครเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นครูกล่าวถึงภาพรวมของการจัดกิจกรรมว่า กิจกรรมที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ 10 ชุดกิจกรรมนี้ จะเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Instructional Models of Cooperative Learning) ซึ่งจะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน เป็นสภาพการณ์เรียนรู้แบบชนะ-ชนะ ไม่ใช่แพ้-ชนะ ซึ่งต้องอาศัยหลักการพึ่งพากัน, ปฏิสัมพันธ์กัน, ทักษะทางสังคม, การวิเคราะห์ด้วยกระบวนการกลุ่ม และมีผลสัมฤทธิ์ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มที่สามารถวัดประเมินได้ โดยในแต่ละ

ชุดกิจกรรมจะประกอบไปด้วยคำถามปลายเปิดซึ่งมีลักษณะ 2 ประการคือ คำตอบเปิด หรือ กระบวนการเปิด เป็นลักษณะคำถามที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มและคิดละเอียดลออ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2. ครูอธิบายเกณฑ์การให้คะแนนให้นักเรียนทราบว่ามีการวัดประเมินผลใน 4 ลักษณะ คือ ความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มและคิดละเอียดลออ ที่มาของคะแนนได้มาจากการปฏิบัติ กิจกรรมกลุ่มและรายบุคคล แจกใบเกณฑ์คะแนนให้นักเรียนพร้อมอธิบายแต่ละหัวข้อ

3. ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Jigsaw ซึ่งจะจัดนักเรียนเข้ากลุ่ม Home ดังนี้ จากกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ จำนวน 30 คน มีนักเรียนกลุ่มเก่ง 8 คน ปานกลาง 12 คน และกลุ่มอ่อน 10 คน จะต้องให้แต่ละกลุ่มมีทั้งนักเรียนเก่ง-กลาง-อ่อน จึงดำเนินการแบ่งตามตาราง

กลุ่มที่	เก่ง (จำนวนคน)	กลาง (จำนวนคน)	อ่อน (จำนวนคน)	รวม
1	1	2	1	4
2	1	2	1	4
3	1	2	1	4
4	1	2	1	4
5	1	2	2	5
6	1	1	2	4
7	2	1	2	5
รวม	8	12	10	

คำถามนำ

4. กลุ่มที่แบ่งไว้ในครั้งแรกนี้จะเรียกว่ากลุ่ม Home (1-7) ซึ่งจะเป็นกลุ่มประจำของนักเรียน ในทุกชุดกิจกรรม เมื่อนักเรียนเข้ากลุ่มเรียบร้อย ครูนำรูป ห้องนอน ฉายให้นักเรียนดู หลากๆห้อง ให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตว่า ห้องนอนส่วนใหญ่มีรูปร่างแบบใด สรุปคำตอบของนักเรียน

5. จากนั้นแจกใบกิจกรรม เรื่อง ห้องนอน ให้นักเรียนทำภายในเวลา 3 นาที (บันทึกคะแนน รายบุคคล, วัดความคิดคล่อง)

คำถามขั้นสอน

6. ต่อไปเป็นงานกลุ่ม แต่ละกลุ่มจะได้รับใบกิจกรรม เรื่อง การรั่วไหลของน้ำมันและพื้นที่มากที่สุด โดยสมาชิกในกลุ่ม Home จะได้รับเรื่องที่ตนเองจะต้องไปศึกษาจำนวน 1 เรื่อง ในกลุ่มจะมีอย่างน้อย 2 คน ที่ศึกษาเรื่องเดียวกัน จากนั้นให้นักเรียนแยกย้ายจากกลุ่ม Home ไปเข้ากลุ่มใหม่ที่ ได้รับเนื้อหาเรื่องเดียวกัน ตั้งชื่อเป็นกลุ่ม Expert

7. สมาชิกในกลุ่ม Expert มีหน้าที่ร่วมกันทำกิจกรรมตามเรื่องที่ได้รับ แล้วนำคำตอบ และความรู้ที่ได้กลับไปถ่ายทอดให้สมาชิกในกลุ่ม Home เข้าใจ และคิดรูปแบบการนำเสนอผลงาน ร่วมกัน (ครูประเมินพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ขณะปฏิบัติกิจกรรม)

8. นักเรียนกลุ่ม Home ทุกกลุ่ม นำเสนอผลงาน ข้อสรุปที่ได้ จากการไปศึกษาเรื่อง สถานการณ์น้ำมันรั่วไหลและพื้นที่มากที่สุด (บันทึกคะแนนคิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม และคิดละเอียดลออ สมาชิกทุกคนในกลุ่ม Home จะได้คะแนนเท่ากัน)

การวัดและประเมินผล

การประเมินรายบุคคล วัดจากใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ห้องนอน

คำถาม ให้นักเรียนเขียนเหตุผลให้ได้มากที่สุดว่า ทำไมห้องส่วนใหญ่ถึงต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยม ให้เวลา 3 นาที

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดค่อง	3 คะแนน	นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลที่เป็นไปได้ ตั้งแต่ 5 ข้อขึ้นไป
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลที่เป็นไปได้ 3-4 ข้อ
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนแสดงเหตุผลที่เป็นไปได้ 1-2 ข้อ
	0 คะแนน	ไม่มีคำตอบ

การประเมินรายกลุ่ม วัดจากใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง พื้นที่มากที่สุดและใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การรั่วไหลของน้ำมัน

คำถาม หากภาพต่อไปนี้แสดงบริเวณที่เกิดการรั่วไหลของน้ำมัน เราจะวิธีคำนวณหาพื้นที่ของบริเวณดังกล่าวได้อย่างไรบ้าง จงอธิบาย

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดยืดหยุ่น	3 คะแนน	นักเรียนแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งแนวคิด เช่น ใช้วิธีการตีตารางรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่โจทย์กำหนดแล้วนับพื้นที่ว่ามีกี่ตารางหน่วย หรือ ตัดรูปต้นแบบแล้วใช้วิธีการพับครึ่งไปเรื่อยๆ เป็นต้น
	2 คะแนน	นักเรียนแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและหาคำตอบได้หนึ่งแนวคิด
	1 คะแนน	นักเรียนมีความพยายามที่จะแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้หนึ่งแนวคิด แต่ยังไม่ครบสมบูรณ์
	0 คะแนน	ไม่มีผลงาน หรือไม่แสดงแนวคิด

คำถาม : นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับกระดาษกราฟและเชือกที่มีความยาวเท่ากันเพื่อใช้ออกแบบรูปร่างของห้องนอนว่าควรมีรูปร่างแบบใดจึงจะมีพื้นที่มากที่สุด

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดคลอง	3 คะแนน	นักเรียนออกแบบรูปร่างได้มากกว่า 5 แบบ และนับพื้นที่ของแต่ละรูปได้ถูกต้อง
	2 คะแนน	นักเรียนออกแบบรูปร่างได้ 3-4 แบบ และนับพื้นที่ของแต่ละรูปได้ถูกต้อง
	1 คะแนน	นักเรียนออกแบบรูปร่างได้ 1-2 แบบ และนับพื้นที่ของแต่ละรูปได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	ไม่มีคำตอบ
คิดริเริ่ม	3 คะแนน	มีการบันทึกรูปร่างที่แตกต่างไปจากสามเหลี่ยม, สี่เหลี่ยม, วงกลม อย่างน้อย 3 รูป
	2 คะแนน	มีการบันทึกรูปร่างที่แตกต่างไปจากสามเหลี่ยม, สี่เหลี่ยม, วงกลม 2 รูป
	1 คะแนน	มีการบันทึกรูปร่างที่แตกต่างไปจากสามเหลี่ยม, สี่เหลี่ยม, วงกลม 1 รูป
	0 คะแนน	ไม่มีรูปร่างที่แตกต่างไปจากสามเหลี่ยม, สี่เหลี่ยม, วงกลม

การนำเสนอผลงาน

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดละเอียดลออ	3 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือมีหลักฐานที่ชัดเจน สัมพันธ์และเชื่อมโยงกัน มีความเป็นองค์รวม แสดงลำดับของเหตุการณ์อย่างสอดคล้องกัน โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้มากกว่า 1 ข้อ <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การให้คำนิยาม ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้สถิติ
	2 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือมีหลักฐาน โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้อย่างน้อย 1 ข้อ <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การให้คำนิยาม ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้สถิติ
	1 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลหรือหลักฐานสนับสนุนคำตอบ
	0 คะแนน	ไม่แสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบ

คะแนนพฤติกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เอกสารเสริมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมที่ 1 รูปร่างปริศนา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดประสงค์เพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีค่าประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าเกณฑ์ 70/70 และหลังจัดกิจกรรมนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นจำนวนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยสร้างชุดกิจกรรมจำนวน 10 ชุด ที่สามารถนำไปใช้จัดเป็นกิจกรรมเสริมให้กับนักเรียนได้

ผู้วิจัยได้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมี 4 ลักษณะ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถทางการคิดเพื่อให้ได้ผลเฉลยจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือหลากหลายวิธี ผลเฉลยจำนวนมากนั้นเป็นตัวบ่งบอกถึงความเข้าใจและความคล่องแคล่วของสมองของนักเรียนที่จะกลั่นเอาผลเฉลยของปัญหาออกมา
2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดปรับเปลี่ยนผลเฉลยตามสถานการณ์ คิดแล้วเลือกหรือนำไปใช้ให้ตรงกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ความคิดยืดหยุ่นจะเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องมีความแปลกแตกต่างกันออกไป
3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง มีความแปลกใหม่ เกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น โดยไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น
4. ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมครูจะเป็นผู้คอยดูแลให้คำปรึกษา และบันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับชุดกิจกรรมที่ 2

ชื่อกิจกรรม ตำแหน่งและทิศทาง

เวลา 2 ชั่วโมง

- จุดประสงค์** ให้นักเรียนสามารถ
1. แสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง
ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
 2. นำความรู้เรื่องเรขาคณิตมาประยุกต์ใช้ได้

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

เรขาคณิตเบื้องต้น, จำนวนและการดำเนินการ

สื่อ/อุปกรณ์

1. ใบเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน
 - 3.1 ใบกิจกรรมที่ 4 คณิตในแผนที่
 - 3.2 ใบกิจกรรมที่ 5 ท่องเที่ยวด้วยตนเอง
 - 3.2.1 แผนที่เส้นทางเดินรถไฟฟ้าในประเทศสิงคโปร์
 - 3.2.2 อัตราค่าโดยสารรถไฟฟ้าในประเทศสิงคโปร์

แนวการจัดกิจกรรม

คำถามนำ

1. ครูถามนักเรียนด้วยคำถามต่อไปนี้ตามลำดับโดยขอให้นักเรียนตอบทีละคำถามแต่ยังไม่สรุปคำตอบ “ใครเคยหลงทางบ้าง”, “ที่นักเรียนหลงทางเพราะอะไร”, “เป็นเพราะนักเรียนไม่ทราบตำแหน่งที่ตนอยู่และตำแหน่งที่ตนจะไปใช่หรือไม่”, “มีเครื่องมือใดบ้างที่จะทำให้นักเรียนทราบตำแหน่งของตนและตำแหน่งที่ตนจะไป” เมื่อได้คำตอบว่า “แผนที่” ครูนำเสนอรูปแผนที่เป็นตัวอย่างหนึ่งรูป

2. ให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตว่าในแผนที่ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ใดบ้างใช้เวลา 5 นาที เขียนคำตอบลงในเอกสารเสริมเรื่อง คณิตในแผนที่ ครูบันทึกเป็นคะแนนความคิดคล่อง

คำถามขั้นสอน

3. ให้นักเรียนแต่ละคนเข้ากลุ่ม Home (1-7) แจกใบกิจกรรม เรื่องท่องเที่ยวด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนในกลุ่มจะต้องแบ่งเนื้อหากันไปศึกษากับเพื่อนกลุ่มอื่นที่ได้เนื้อหาเดียวกันซึ่งเรียกว่ากลุ่ม Expert จากนั้นจะนำความรู้ที่ได้มาขยายผลให้เพื่อนในกลุ่ม Home ได้ทำความเข้าใจและร่วมกันตอบคำถาม สรุปเป็นคำตอบของกลุ่ม

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนองาน

5. สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

การวัดและประเมินผล

การประเมินรายบุคคล วัดจากใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง คณิตในแผนที่

คำถาม ให้นักเรียนเขียนหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ ทั้งในแง่ของการนำไปใช้และการสร้างแผนที่ ให้ได้มากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดคลอง	3 คะแนน	นักเรียนเขียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแผนที่ได้ตั้งแต่ 5 ข้อขึ้นไป เช่น <ul style="list-style-type: none"> ● มาตราส่วน ● คู่อันดับ ● ภาพสามมิติ ● การคำนวณหาพื้นที่ ● การวัด ● การสร้างตัวแบบ ● สมการ
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแผนที่ได้ 3-4 ข้อ
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในแผนที่ได้ 1-2 ข้อ
	0 คะแนน	ไม่มีคำตอบ

การประเมินรายกลุ่ม วัดจากใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ท่องเที่ยวด้วยตนเอง

คำถาม ให้นักเรียนกำหนดเส้นทางไปยังสถานที่ต่างๆ ให้ครบทุกจุดที่โจทย์กำหนด

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดยืดหยุ่น	3 คะแนน	นักเรียนเขียนเส้นทางหลักและเส้นทางสำรอง พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบการตัดสินใจในแง่ของความสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่าย โดยในแต่ละเส้นทางที่นักเรียนเลือกจะต้องไปครบทุกจุดที่โจทย์กำหนด
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนเส้นทางหลักและเส้นทางสำรอง พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบการตัดสินใจแต่อธิบายไม่ละเอียด โดยในแต่ละเส้นทางที่นักเรียนเลือกจะต้องไปครบทุกจุดที่โจทย์กำหนด
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนเส้นทางหลัก พร้อมเหตุผล ได้เพียงเส้นทางเดียว
	0 คะแนน	ไม่มีคำตอบ หรือเส้นทางที่นักเรียนกำหนดไปไม่ได้ไม่ครบทุกจุดตามที่โจทย์กำหนด
คิดริเริ่ม	3 คะแนน	นักเรียนเขียนแสดงการตัดสินใจจัดลำดับของสถานี, กำหนดเส้นทาง, เลือกประเภทบัตร และคำนวณค่าใช้จ่ายได้ครบถ้วน
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนแสดงการตัดสินใจจัดลำดับของสถานี, กำหนดเส้นทาง, เลือกประเภทบัตร และคำนวณค่าใช้จ่ายได้ครบ 4 หัวข้อ แต่เหตุผลไม่ชัดเจน
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนแสดงการตัดสินใจจัดลำดับของสถานี, กำหนดเส้นทาง, เลือกประเภทบัตร และคำนวณค่าใช้จ่ายได้อย่างน้อย 2 หัวข้อ พร้อมมีเหตุผลประกอบ
	0 คะแนน	นักเรียนเขียนแสดงการตัดสินใจจัดลำดับของสถานี, กำหนดเส้นทาง, เลือกประเภทบัตร และคำนวณค่าใช้จ่ายได้ไม่ถึง 2 หัวข้อ และขาดเหตุผลประกอบการตัดสินใจ

การนำเสนอผลงาน

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดละเอียดลออ	3 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือมีหลักฐานที่ชัดเจน สัมพันธ์และเชื่อมโยงกัน มีความเป็นองค์รวม แสดงลำดับของเหตุการณ์อย่างสอดคล้องกัน โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้มากกว่า 1 ข้อ <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การให้คำนิยาม ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด
	2 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือมีหลักฐาน โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้อย่างน้อย 1 ข้อ <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การให้คำนิยาม ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด
	1 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลหรือหลักฐานสนับสนุนคำตอบ
	0 คะแนน	ไม่แสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบ
คิดคล่อง	3 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามครบทุกข้อคำถาม ภายในเวลาที่กำหนด
	2 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 แต่ไม่ครบสมบูรณ์ ภายในเวลาที่กำหนด
	1 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ถึงร้อยละ 80 ของข้อคำถาม ภายในเวลาที่กำหนด
	0 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ถึงร้อยละ 50 ของข้อคำถาม ภายในเวลาที่กำหนด

คะแนนพฤติกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เอกสารเสริมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมที่ 2 ตำแหน่งและทิศทาง

1. ในชุดกิจกรรมนี้จะใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Jigsaw ซึ่งนักเรียนในกลุ่ม Home จะได้รับเนื้อหาคนละส่วนเพื่อไปศึกษา แล้วนำความรู้ที่ได้มาประกอบกันเพื่อตอบคำถามของกลุ่ม
2. เนื้อหาที่ใช้ในชุดกิจกรรมนี้จะเป็นเรื่องของปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape) ซึ่งจะเป็นการนำความรู้เรื่องเรขาคณิตมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์
3. คำถามนำจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้คำถามนำ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด และทำเอกสารเสริมเรื่อง คณิตในแผนที่ ซึ่งวัดความคิดคล่องของนักเรียน
4. จากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่ม Home แจกใบกิจกรรม เรื่อง การท่องเที่ยวด้วยตนเอง, แผนที่เส้นทางเดินรถไฟฟ้าในประเทศสิงคโปร์, อัตราค่าโดยสารรถไฟฟ้าในประเทศสิงคโปร์ ให้นักเรียนอ่านโจทย์ให้เข้าใจ ครูคอยให้คำแนะนำว่านักเรียนจะต้องกำหนดเส้นทางให้ไปได้ครบทุกจุดที่โจทย์กำหนด เขียนเหตุผลประกอบการตัดสินใจ เลือกประเภทบัตรโดยสารและคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินทางให้ครบตลอดเส้นทาง
5. เมื่อนักเรียนเข้าใจโจทย์จึงคอยให้นักเรียนแบ่งภาระงานกันไปศึกษากับกลุ่ม Expert ซึ่งเป็นกลุ่มเพื่อนที่ได้เนื้อหาในส่วนเดียวกัน ครูกำหนดเวลาในการศึกษาตามความเหมาะสม
6. ให้นักเรียนกลับมาขยายผลการศึกษาให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจ แล้วหาคำตอบร่วมกัน ครูคอยเดินดู บันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
7. นักเรียนนำเสนอผลงาน ครูบันทึกคะแนนความคิดละเอียดลออ
8. ครูเก็บงานนักเรียนเพื่อตรวจให้คะแนนความคิดยืดหยุ่นและคิดริเริ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับชุดกิจกรรมที่ 3
ชื่อกิจกรรม จำนวนต่อไป
เวลา 2 ชั่วโมง

- จุดประสงค์** ใ้ให้นักเรียนสามารถ
1. แสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง
 ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
 2. อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในเชิงปริมาณได้

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

จำนวนและการดำเนินการ

สื่อ/อุปกรณ์

1. ใบเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน
 - 3.1 ใบกิจกรรมที่ 6 ราคาน้ำมัน
 - 3.2 ใบกิจกรรมที่ 7 เครื่องคิดเลข
 - 3.3 ใบกิจกรรมที่ 8 จำนวนต่อไป

แนวการจัดการกิจกรรม

คำถามนำ

1. ครูถามนักเรียนว่า“จำนวนที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวันคือจำนวนประเภทใดบ้าง” ใ้
 นักเรียนยกตัวอย่าง เมื่อนักเรียนยกตัวอย่างได้ทศนิยมหรือเศษส่วนแล้ว ให้ครูตั้งคำถามต่อว่าถ้าใน
 ระบบจำนวนจริงไม่มีเศษส่วนและทศนิยมได้หรือไม่ และจะส่งผลอย่างไรต่อชีวิตประจำวันของเรา
 บ้าง ใ้ให้นักเรียนยกมือแสดงความคิดเห็น
2. จากนั้นใ้ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง ราคาน้ำมัน เมื่อทำเสร็จครูและนักเรียนร่วมกัน
 สรุปความสำคัญของจำนวนทุกจำนวนที่รวมกันเป็นระบบจำนวนจริง

คำถามขั้นสอน

3. นักเรียนเข้ากลุ่ม Home (1-7) จากนั้นครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง เครื่องคิดเลข โดยให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม แบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม ดังนี้
 - คนที่ 1 อ่านและอธิบายคำสั่งให้เพื่อนในกลุ่มฟัง
 - คนที่ 2 – 3 หาคำตอบ
 - คนที่ 4 – 5 ตรวจสอบคำตอบ
4. นักเรียนสรุปคำตอบร่วมกัน อธิบายให้เพื่อนทุกคนในกลุ่มเข้าใจ ส่งคำตอบเป็นงานกลุ่ม
5. นักเรียนยังคงอยู่ในกลุ่ม Home ครูแจกเอกสารเสริมเรื่องจำนวนต่อไปให้นักเรียนร่วมกันทำในกลุ่ม โดยแบ่งหน้าที่กันทำ แล้วมาสรุปคำตอบร่วมกัน
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนองาน อภิปรายร่วมกัน และสรุปผลที่ได้

การวัดและประเมินผล

การประเมินรายบุคคล วัดจากใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง ราคาน้ำมัน

คำถาม ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นว่าเหตุใดราคาน้ำมัน จึงปรับขึ้น/ลง ครั้งละไม่ถึงหนึ่งบาท และถ้าหากมีการปรับขึ้น/ลงครั้งละเต็มบาทจะส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคอย่างไร อธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ

มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดชี้คหุ่่น	3 คะแนน	<p>เมื่อนักเรียนให้เหตุผลสนับสนุนการปรับขึ้น/ลงของราคา และยกตัวอย่างประกอบ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● หากน้ำมันมีการปรับเพิ่มหรือลดในอัตราเต็มหน่วย จะส่งผลให้ราคาน้ำมันมีความผันผวนสูง ส่งผลเสียต่อระบบเศรษฐกิจและผู้บริโภคอย่างมาก เช่น เมื่อน้ำมันปรับขึ้น 1 บาทต่อลิตร หากคนไทยใช้น้ำมันต่อวัน 100,000 ลิตร ก็จะเป็นเงินถึง 100,000 บาทต่อวัน ● หรือ ปริมาณการใช้น้ำมันทั่วโลกมีสูง ทั้งภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรม หากมีการปรับเพิ่มหรือลดครั้งละเต็มหน่วย จะทำให้ต้นทุนสินค้ามีราคาผันผวนมาก ยากต่อการกำหนดราคา เช่น การส่งของทางไปรษณีย์จากเดิมที่ทุนเพิ่มครั้งละ 0.4 สตางค์ต่อลิตร เป็นครั้งละ 2 บาทต่อลิตร การกำหนดราคาค่าขนส่งจะต้องเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ไม่สามารถตั้งราคากลางได้ เป็นต้น ● หรือ นักเรียนอธิบายเหตุผลอื่นที่มีโครงสร้างตามหลักความเป็นจริงและยกตัวอย่างประกอบ
	2 คะแนน	เมื่อนักเรียนให้เหตุผลสนับสนุนการปรับขึ้น/ลงของราคา หรือยกตัวอย่างประกอบ อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีการอธิบายเหตุผลหรือยกตัวอย่างประกอบที่ชัดเจน
	1 คะแนน	เมื่อนักเรียนให้เหตุผลสนับสนุนการปรับขึ้น/ลงของราคา หรือยกตัวอย่างประกอบ อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเหตุผลนั้นขาดความชัดเจนในบางส่วน หรือขัดกับความเป็นจริงในบางส่วน
	0 คะแนน	เมื่อนักเรียนไม่เขียนแสดงคำตอบ หรือคำตอบนั้นเป็นไปไม่ได้ในสถานการณ์จริง

การประเมินรายกลุ่ม ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่องเครื่องคิดเลข และใบกิจกรรมที่ 8 เรื่องจำนวนต่อไป
คำถาม ให้นักเรียนเขียนแสดงแบบรูปของวิธีคิดที่อาจเกิดขึ้นได้ ให้ได้มากที่สุด ภายในระยะเวลา
10 นาที พร้อมบอกเหตุผลว่าเกิดข้อผิดพลาดที่จุดใด (อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้)

มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดคล่อง	3 คะแนน	นักเรียนหาแบบรูปที่อาจเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ 5 แบบ ขึ้นไป พร้อมอธิบายเหตุผลที่เป็นไปได้ เช่น $190 + 286 + 170 + 220 = 866$ เพราะหุนามาลิมองเลข 3 เป็นเลข 8 และมองเลข 9 เป็นเลข 0
	2 คะแนน	นักเรียนหาแบบรูปที่อาจเกิดขึ้นได้ 3-4 แบบ
	1 คะแนน	นักเรียนหาแบบรูปที่อาจเกิดขึ้นได้ 1-2 แบบ
	0 คะแนน	ผลรวมของแบบรูปไม่ถูกต้องหรือไม่มีคำตอบ
	3 คะแนน	นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบข้อคาดการณ์ได้ครบทั้ง 5 ข้อ
คิดยืดหยุ่น	2 คะแนน	นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบข้อคาดการณ์ได้ 3-4 ข้อ
	1 คะแนน	นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบข้อคาดการณ์ได้ 1-2 ข้อ
	0 คะแนน	นักเรียนไม่อธิบายเหตุผลประกอบข้อคาดการณ์

คำถาม : ให้นักเรียนเขียนผลบวกของแต่ละแถว จากนั้นตั้งข้อสังเกตเพื่อหาแบบรูปของผลรวมใน
แต่ละแถว เขียนให้อยู่ในรูปทั่วไป

มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดริเริ่ม	3 คะแนน	นักเรียนเขียนผลบวกของจำนวนในแต่ละแถวได้ถูกต้อง และเขียนแบบรูปของผลรวมแต่ละแถว ในรูปทั่วไปได้ ดังนี้ 2^{n-1} เมื่อ n แทนลำดับที่ของแถว
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนผลบวกของจำนวนในแต่ละแถวได้ถูกต้อง และเขียนแบบรูปของผลรวมแต่ละแถวได้ในลักษณะ 2^{n-1} แต่นักเรียนไม่ได้นิยามค่าของ n
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนผลบวกของจำนวนในแต่ละแถวได้ถูกต้องแต่ เขียนแบบรูปของผลรวมแต่ละแถวไม่ถูกต้อง
	0 คะแนน	นักเรียนไม่เขียนแสดงคำตอบ หรือตอบผิด

คำถาม : ให้นักเรียนเขียนทำนายจำนวนในอีก 4 แถวถัดไป พร้อมอธิบายเหตุผลว่าได้คำตอบมาอย่างไร มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
	3 คะแนน	<p>นักเรียนเขียนจำนวนในแต่ละแถวได้ถูกต้องทั้ง 4 แถว ดังนี้</p> <p>แถวที่ 6 : 1, 5, 10, 10, 5, 1</p> <p>แถวที่ 7 : 1, 6, 15, 20, 15, 6, 1</p> <p>แถวที่ 8 : 1, 7, 21, 35, 35, 21, 7, 1</p> <p>แถวที่ 9 : 1, 8, 28, 56, 70, 56, 28, 8, 1</p> <p>และอธิบายต่อว่าได้มาอย่างไร โดยอาจทำเป็นแผนภาพการบวก หรือเขียนบรรยายว่าได้มาจากการบวกของสองจำนวนด้านบนดังนี้</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> </div>
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนจำนวนถูกต้องอย่างน้อย 3 แถวขึ้นไป และเขียนแผนภาพการบวกหรือบรรยายได้ว่าจำนวนนั้นๆ ได้มาอย่างไร
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนจำนวนถูกต้องอย่างน้อย 2 แถวขึ้นไป และเขียนแผนภาพการบวกหรือบรรยายได้ว่าจำนวนนั้นๆ ได้มาอย่างไร
	0 คะแนน	นักเรียนเขียนจำนวนถูกต้องไม่ถึง 2 แถว และไม่เขียนที่มาว่า ได้มาอย่างไร

คิดละเอียดล่อ

คะแนนพฤติกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เอกสารเสริมสำหรับครู ชุดกิจกรรมที่ 3 จำนวนต่อไป

1. ในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนชุดนี้ผู้วิจัยต้องการให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของจำนวน ซึ่งในคำถามขั้้นนำจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่าจำนวนทุกจำนวนในระบบจำนวนจริงมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของเรา โดยครูควรใช้คำถามนำว่า “จำนวนที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวันคือจำนวนประเภทใดบ้าง” ให้นักเรียนยกตัวอย่าง เมื่อนักเรียนยกตัวอย่างได้ทศนิยมหรือเศษส่วนแล้ว ให้ครูตั้งคำถามต่อว่าถ้าในระบบจำนวนจริงไม่มีเศษส่วนและทศนิยมได้หรือไม่ และจะส่งผลกระทบต่อชีวิตประจำวันของเราบ้าง(ครูบันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์)

2. เมื่อนักเรียนทำเอกสารเรื่อง ราคาน้ำมันเสร็จแล้ว ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปว่า หากไม่มีเศษส่วนและทศนิยมแล้ว การอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆจะทำได้ยาก เพราะหลายสิ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เต็มหน่วย ดังนั้นจำนวนทุกจำนวนในระบบจำนวนจริง จึงมีความสำคัญต่อทุกระบบในชีวิตประจำวันของเรา โดยกิจกรรมในขั้้นนำนี้ผู้วิจัยหวังว่าจะช่วยสร้างทัศนคติที่ดีต่อการดำเนินการเรื่องเศษส่วนและทศนิยม เพราะเมื่อนักเรียนตระหนักในความสำคัญ จะพยายามหาคำตอบ

3. ในคำถามขั้้นสอนครูจะเป็นผู้ดูแลคอยให้คำแนะนำ รวมถึงในกิจกรรมนี้จะเป็นการทำงานแบบ L.T. (Learning Together) ซึ่งจะเป็นการแบ่งหน้าที่กันทำงานภายในกลุ่ม ซึ่งครูควรกำกับให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้ บันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตรวจให้คะแนนงานกลุ่ม โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มจะได้คะแนนเท่ากัน

4. ในเอกสารเรื่อง จำนวนต่อไป จะเป็นลักษณะของคำถามปลายเปิดประเภท กระบวนการเปิด คือนักเรียนในแต่ละกลุ่มสามารถเลือกใช้วิธีคิดที่ต่างกันได้

5. เมื่อนักเรียนออกมานำเสนอ ครูควรเสริมแรงและแนะนำนักเรียนในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ พร้อมทั้งบันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับชุดกิจกรรมที่ 4

ชื่อกิจกรรม จำนวนที่ใช้

เวลา 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์ ให้นักเรียนสามารถ

1. แสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง
ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
2. นำความรู้เรื่องการแสดงแทนปริมาณในรูปแบบต่างๆ การตัดสินใจจากการ
ตีความและข้อโต้แย้งเชิงปริมาณ การรู้เรื่องปริมาณ แนวโน้มเชิงตัวเลขและแบบรูปมาประยุกต์หา
คำตอบในสถานการณ์ต่างๆ ได้

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

จำนวนและการดำเนินการ การแสดงแทนปริมาณในรูปแบบต่างๆ การตัดสินใจ
จากการตีความและข้อโต้แย้งเชิงปริมาณ การรู้เรื่องปริมาณ แนวโน้มเชิงตัวเลขและแบบรูป

สื่อ/อุปกรณ์

1. ใบเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน
 - 3.1 ใบกิจกรรมที่ 9 ค่าที่ต่างกัน
 - 3.2 ใบกิจกรรมที่ 10 จำนวนที่ใช้ 1
 - 3.3 ใบกิจกรรมที่ 11 จำนวนที่ใช้ 2
 - 3.4 .ใบกิจกรรมที่ 12 จำนวนที่ใช้ 3
 - 3.5 ใบกิจกรรมที่ 13 จำนวนที่ใช้ 4

แนวการจัดกิจกรรม

คำถามนำ

1. ครูใช้การเล่าเรื่องราวเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนช่วยกันคิดตาม ดังนี้ ครูกำลังนึกถึง
จำนวนจำนวนหนึ่ง ซึ่งเป็นจำนวนคู่ ไม่สามารถหารด้วย 3 และ 4 ได้ลงตัว มีค่าไม่มากกว่า 9^2 และ
ไม่น้อยกว่า 8^2 นักเรียนคิดว่าจำนวนนี้คือจำนวนใด

2. ให้นักเรียนยกมือตอบทีละคน และอธิบายเหตุผลประกอบ เป็นตัวอย่างประมาณ 5 คน
จากนั้นสรุปคำตอบร่วมกัน

3. สอบถามนักเรียนว่า “จำนวนหนึ่งจำนวนเกิดจากจำนวนใดกี่จำนวน” และให้นักเรียนไปหาคำตอบจากเอกสารเสริมสำหรับนักเรียนเรื่อง ค่าที่ต่างกัน

คำถามขั้นสอน

4. นักเรียนแต่ละคนประจำกลุ่ม Home (1-7) ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง จำนวนที่ใช้ ซึ่งจะมีคำถามย่อย 4 คำถาม ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเลือกคำถามเพื่อนำไปศึกษา โดยนักเรียนจะไปศึกษาเดี่ยว เป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มร่วมกับสมาชิกกลุ่มอื่นที่ได้เนื้อหาเดียวกันก็ได้ จากนั้นนำคำตอบที่ได้กลับมาขยายผลให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจ

5. ให้นักเรียนออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน อภิปรายผลและสรุปคำตอบร่วมกัน

การวัดและประเมินผล

การประเมินรายบุคคล วัดจากใบกิจกรรมที่ 9 เรื่อง ค่าที่ต่างกัน

คำถาม ให้นักเรียนเขียนสถานการณ์ เพื่อแสดงค่าของ 36 ให้ได้สถานการณ์ที่แตกต่างกันมากที่สุดภายในเวลา 10 นาที โดยในแต่ละสถานการณ์ที่นักเรียนสร้างจะต้องมีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 1 ขั้นตอนและมีผลลัพธ์เป็น 36

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดคลอง	3 คะแนน	นักเรียนเขียนสถานการณ์ที่มีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 1 ขั้นตอนและได้ผลลัพธ์เป็น 36 ที่แตกต่างกันได้ตั้งแต่ 5 สถานการณ์ ขึ้นไป
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนสถานการณ์ที่มีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 1 ขั้นตอนและได้ผลลัพธ์เป็น 36 ที่แตกต่างกันได้ตั้งแต่ 3-4 สถานการณ์
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนสถานการณ์ที่มีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 1 ขั้นตอนและได้ผลลัพธ์เป็น 36 ที่แตกต่างกันได้ตั้งแต่ 1-2 สถานการณ์
	0 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนเขียนไม่มีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็น 36

การประเมินรายกลุ่ม วัดจากใบกิจกรรมที่ 10-13 เรื่อง จำนวนที่ใช้
 คำถามที่ 1 ใบกิจกรรมที่ 10

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดยืดหยุ่น	3 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนจำนวนที่บวกกันได้ 999 ตั้งแต่ 5 กรณีขึ้นไป เช่น 179 379 479 169 159 158 152 368 468 168 358 378 372 379 452 ' 152 ' 352 ' 472 ' 462 ' 469 ' 468 <u>999</u> <u>999</u> <u>999</u> <u>999</u> <u>999</u> <u>999</u> <u>999</u>
	2 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนจำนวนที่มีผลบวกเป็น 999 ได้ 3-4 กรณี
	1 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนจำนวนที่มีผลบวกเป็น 999 ได้ 1-2 กรณี
	0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนจำนวนที่มีผลบวกเป็น 999 ได้

คำถามที่ 2 .ใบกิจกรรมที่ 11

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดละเอียดลออ	3 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนแสดงคำตอบได้ครบ 3 จำนวนคือ 33, 66 และ 99 พร้อมแสดงเหตุผลว่า <ul style="list-style-type: none"> ● ทั้ง 33, 66 และ 99 มีผลรวมของเลขโดดคือ $3 + 3 = 6, 6 + 6 = 12, 9 + 9 = 18$ ซึ่ง 2 ทารลงตัว ● ทั้ง 3 จำนวนเป็นพหุคูณของ 11 ● ทั้ง 3 จำนวนมีค่ามากกว่า $4 \times 5 = 20$ ● ทั้ง 3 จำนวนเป็นพหุคูณของ 3 ● ทั้ง 3 จำนวนมีค่าน้อยกว่า $10 \times 8 + 23 = 103$
	2 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนแสดงคำตอบได้ 2 จำนวนคือ 33, 66 หรือ 99 พร้อมแสดงเหตุผลว่า <ul style="list-style-type: none"> ● ทั้ง 33, 66 หรือ 99 มีผลรวมของเลขโดดคือ $3 + 3 = 6, 6 + 6 = 12, 9 + 9 = 18$ ซึ่ง 2 ทารลงตัว ● ทั้ง 2 จำนวนเป็นพหุคูณของ 11 ● ทั้ง 2 จำนวนมีค่ามากกว่า $4 \times 5 = 20$ ● ทั้ง 2 จำนวนเป็นพหุคูณของ 3 ● ทั้ง 2 จำนวนมีค่าน้อยกว่า $10 \times 8 + 23 = 103$
	1 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนแสดงคำตอบได้ 1 จำนวน พร้อมอธิบายเหตุผลครบทุกข้อตามคะแนนเต็ม 3 คะแนน
	0 คะแนน	เมื่อนักเรียนไม่เขียนคำตอบ หรือเขียน 1 คำตอบแต่อธิบายเหตุผลไม่ครบทุกข้อตามเงื่อนไข

คำถามที่ 3 ไปกิจกรรมที่ 12

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดละเอียดลออ	3 คะแนน	<p>เมื่อนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> เขียน 5 แถวถัดไปได้ครบและถูกต้อง ดังนี้ $21 + 23 + 25 + 27 + 29 = 5^3$ $31 + 33 + 35 + 37 + 39 + 41 = 6^3$ $43 + 45 + 47 + 49 + 51 + 53 + 55 = 7^3$ $57 + 59 + 61 + 63 + 65 + 67 + 69 + 71 = 8^3$ $73 + 75 + 77 + 79 + 81 + 83 + 85 + 87 + 89 = 9^3$ และเขียน 10 พจน์แรกได้ครบและถูกต้อง ดังนี้ $1, 3, 7, 13, 21, 31, 43, 57, 73, 91$
	2 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียน 10 พจน์แรกได้ถูกต้อง และเขียน 5 แถวถัดไปได้ แต่มีค่าที่เขียนผิดไม่เกิน 2 จำนวน
	1 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียน 10 พจน์แรกได้ถูกต้อง และเขียน 5 แถวถัดไปได้ แต่มีค่าที่เขียนผิดเกิน 2 จำนวน
	0 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียน 10 พจน์แรกไม่ถูกต้อง และเขียน 5 แถวถัดไปได้ แต่มีค่าที่เขียนผิดเกิน 2 จำนวน

คำถามที่ 4 ไปกิจกรรมที่ 13

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดริเริ่ม	3 คะแนน	<p>เมื่อนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> เขียนผลคูณที่มากที่สุดได้เป็น $751 \times 93 = 69,843$ และเขียนผลคูณที่น้อยที่สุดได้เป็น $256 \times 13 = 3,328$ และเขียนหลักการเลือกจำนวนที่ทำให้มีผลคูณมากที่สุดได้ ดังนี้ เลขโดดที่มีค่ามากที่สุดจะต้องอยู่ในหลักสิบของตัวคูณ และเลขโดดที่มีค่ารองลงมาจะอยู่ในหลักร้อยของตัวตั้ง จากนั้นนำเลขโดดที่มีค่ามากเป็นลำดับที่ 3 มาไว้ที่หลักสิบของตัวตั้งตามลำดับ เลขโดดที่มีค่ามากเป็นลำดับที่ 4 มาไว้ที่หลักหน่วยของตัวคูณ สูดท้ายนำเลขโดดที่มีค่าน้อยที่สุดมาไว้ในหลักหน่วยของตัวตั้ง และเขียนหลักการเลือกจำนวนที่ทำให้ได้ผลคูณน้อยที่สุดได้ ดังนี้ นำเลขโดดที่มีค่าน้อยที่สุดมาอยู่ในหลักสิบของตัวคูณ และเลขโดดที่มีค่าน้อยรองลงมาจะอยู่ในหลักร้อยของตัวตั้ง จากนั้นนำเลขโดดที่มีค่าน้อยเป็นลำดับที่ 3 มาไว้ที่หลักหน่วยของตัวคูณ เลขโดดที่มีค่าน้อยเป็นลำดับที่ 4 มาไว้ที่หลักสิบของตัวตั้ง สูดท้ายนำเลขโดดที่มีค่ามากที่สุดมาไว้ในหลักหน่วยของตัวตั้ง
	2 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนผลคูณที่มีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดได้ถูกต้อง แต่เขียนหลักการเลือกจำนวนได้ถูกต้องครบถ้วนเพียง 1 หลักการคือผลคูณมากที่สุดหรือผลคูณน้อยสุดเท่านั้น
	1 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนผลคูณที่มีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดได้ถูกต้อง แต่เขียนหลักการเลือกจำนวนได้ไม่ถูกต้อง
	0 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนผลคูณที่มีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดได้ไม่ถูกต้อง และเขียนหลักการเลือกจำนวนได้ไม่ถูกต้อง

การนำเสนอผลงาน

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดละเอียดลออ	3 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือมีหลักฐานที่ชัดเจน สัมพันธ์และเชื่อมโยงกัน มีความเป็นองค์รวม แสดงลำดับของเหตุการณ์อย่างสอดคล้องกัน โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้มากกว่า 1 ข้อ <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การให้คำนิยาม ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้สถิติ
	2 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือมีหลักฐาน โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้อย่างน้อย 1 ข้อ <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การให้คำนิยาม ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้สถิติ
	1 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลหรือหลักฐานสนับสนุนคำตอบ
	0 คะแนน	ไม่แสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบ

คะแนนพฤติกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เอกสารเสริมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมที่ 4 จำนวนที่ใช้

1. ในกิจกรรมการเรียนการสอนชุดนี้จะใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ G.I. (Group Investigation) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยกันสืบค้นข้อมูลมาใช้ในการเรียนรู้ร่วมกัน มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.1 นักเรียนเข้ากลุ่ม Home (1-7)

1.2 แบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อยๆ ให้สมาชิกแบ่งกันไปหาข้อมูล โดยในการเลือกเนื้อหานั้น ควรให้ผู้เรียนอ่อนเป็นผู้เลือกก่อน

1.3 สมาชิกแต่ละคนไปศึกษาหาข้อมูล/คำตอบมาให้กลุ่ม อภิปรายผลร่วมกันและสรุปเป็นคำตอบของกลุ่ม

1.4 นำเสนองานหน้าชั้นเรียน

2. เนื้อหาที่ใช้ในชุดกิจกรรมนี้จะเป็นเรื่อง ปริมาณ (Quantity) เป็นเรื่องทางคณิตศาสตร์ที่พบมากที่สุดและเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องต่อชีวิตประจำวัน ในกิจกรรมนี้เน้นการแสดงแทนปริมาณในรูปแบบต่างๆ การตัดสินใจจากการตีความและข้อโต้แย้งเชิงปริมาณ การรู้เรื่องปริมาณ แนวโน้มเชิงตัวเลขและแบบรูป

3. ในส่วนของคำถามนำ จะเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนทุกคนในห้องได้ช่วยกันคิดและแสดงความคิดเห็น ซึ่งในคำถามนี้จะมี 2 คำตอบคือ 70 และ 74 ครูบันทึกพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน จากนั้นใช้คำถาม “จำนวนหนึ่งจำนวนเกิดจากจำนวนได้กี่จำนวน” เป็นคำถามเปิด เพื่อให้นักเรียนอยากรู้คำตอบ และไปหาคำตอบในเอกสารเสริมสำหรับนักเรียนเรื่องค่าที่ต่างกัน ครูบันทึกคะแนนนักเรียนรายบุคคล

4. ใบกิจกรรม เรื่อง จำนวนที่ใช้ จะประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อย่อย ซึ่งจะให้นักเรียนในกลุ่มเป็นผู้เลือกคำถามไปศึกษาเอง ครูควรแนะนำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนได้เป็นผู้เลือกก่อน และในขั้นตอนของการศึกษาหาคำตอบ จะเปิดโอกาสให้นักเรียนอย่างอิสระ สามารถศึกษารายบุคคล รายคู่ หรือรายกลุ่มกับเพื่อนที่ได้คำถามเดียวกันก็ได้ จากนั้นนำคำตอบที่ตนได้มาขยายผล แล้วสรุปรวมเป็นคำตอบของกลุ่ม ครูบันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และสำหรับกลุ่มที่มี 5 คนให้นักเรียนศึกษาข้อที่ซ้ำกับเพื่อนได้

5. ในกิจกรรมนี้จะมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เกิน 12 คะแนน ขอให้ครูนำคะแนนของนักเรียนมาเฉลี่ยให้มีคะแนนเต็ม 12 คะแนน โดยมีคะแนนความคิดคล่อง 3 คะแนน คณิตขั้นสูง 3 คะแนน คณิตริเริ่ม 3 คะแนนและคิดละเอียดลออ 3 คะแนน

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับชุดกิจกรรมที่ 5

ชื่อกิจกรรม การเปลี่ยนแปลง

เวลา 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์

ให้นักเรียนสามารถ

1. แสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง
ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

สมการ, กราฟ และการตีความการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่างๆ

สื่อ/อุปกรณ์

1. ใบเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน
 - 3.1 ใบกิจกรรมที่ 14 -15 เรื่อง อัตราเร็ว 1-2
 - 3.2 ใบกิจกรรมที่ 16-17 เรื่อง การให้ยาทางหลอดเลือด 1-2
4. วิดีโอการเคลื่อนที่ของรถ
5. Smartphone
6. กระดาษสำหรับเขียนนำเสนอข้อมูลกลุ่มละ 1 แผ่นใหญ่

แนวการจัดการกิจกรรม

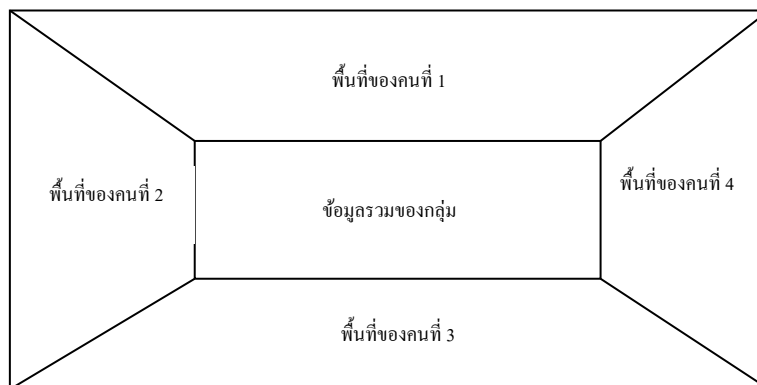
คำถามนำ

1. ครูเปิดวิดีโอที่เป็นการเคลื่อนที่ของรถให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตว่าในขณะที่รถเคลื่อนที่ไปนั้นมีสิ่งใดเปลี่ยนแปลงบ้าง ให้นักเรียนยกมือตอบรายบุคคล จากคำตอบของนักเรียนตั้งคำถามต่อว่า สิ่งนั้นเปลี่ยนทุกครั้งที่รถเคลื่อนที่หรือไม่ คัดสรรคำตอบของนักเรียนจนได้คำตอบว่า ระยะทางและเวลาจะเปลี่ยนแปลงทุกครั้งที่มีการเคลื่อนที่

คำถามขั้นสอน

2. ให้นักเรียนแต่ละคนเข้ากลุ่ม Home แล้วช่วยกันหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอัตราเร็ว, ระยะทางและเวลา กราฟของความสัมพันธ์ โดยนักเรียนสามารถใช้ Smartphone เพื่อสืบค้นข้อมูล

จาก Internet ได้ ให้เวลาในการสืบค้น กลุ่มละ 10 นาที ครูแจกกระดาษในการเขียนงานเพื่อนำเสนอ กลุ่มละ 1 แผ่นใหญ่ สมาชิกแต่ละคนจะได้รับพื้นที่ในกระดาษเพื่อเขียนสิ่งที่ค้นหาข้อมูลได้ โดยแบ่งพื้นที่ของกระดาษ ดังรูป



3. เมื่อครบ 10 นาที ให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มพูดสิ่งที่ตนได้สืบค้นมาให้เพื่อนฟังคนละ 2 นาที โดยครูเป็นผู้จับเวลา มีเงื่อนไขคือนักเรียนจะต้องพูดทีละคน และเมื่อเพื่อนพูดทุกคนในกลุ่มจะต้องฟัง เมื่อครบกำหนดเวลาให้นักเรียนเขียนสรุปข้อมูลที่กลุ่มตนได้ศึกษาลงในพื้นที่ข้อมูลรวมของกลุ่ม ให้เวลา 5 นาที จากนั้นแต่ละกลุ่มเก็บชิ้นงานไว้เป็นสารสนเทศเพื่อทำใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน

4. ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็ว เป็นงานกลุ่มให้นักเรียนคิดหาคำตอบร่วมกัน โดยใช้ความรู้จากสิ่งที่นักเรียนได้สืบค้นร่วมกัน ให้เวลา 30 นาทีในการหาคำตอบร่วมกัน

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนองาน โดยคัดเลือกบางกลุ่มนำเสนอข้อ 1 และบางกลุ่มนำเสนอข้อ 2

6. สรุปร่วมกัน จากนั้นให้นักเรียนทำงานรายบุคคลในใบกิจกรรม เรื่อง การให้ยาทา หลอดเลือด ครูเก็บงานไปตรวจบันทึกเป็นคะแนนรายบุคคล

การวัดและประเมินผล

การประเมินรายบุคคล วัดจากใบกิจกรรมที่ 16-17 เรื่อง การให้ยาทางหลอดเลือด 1-2

คำถามที่ 1 : หากพยาบาลคนหนึ่งต้องการให้ระยะเวลาของการให้ยาทางหลอดเลือดลดลงสองเท่า จงอธิบายพร้อมแสดงการคำนวณว่า D เปลี่ยนแปลงอย่างไร ถ้า n ลดลงสองเท่า แต่ d และ v ไม่เปลี่ยนแปลง

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
	3 คะแนน	<p>ตอบว่า D เพิ่มขึ้นครึ่งหนึ่ง หรือ D เพิ่มขึ้น 50% หรือ อัตราการหยดเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของเดิม และ นักเรียนแสดงร่องรอยการคำนวณ เช่น</p> <p>อัตราการหยดเดิม $D_1 = \frac{dv}{60n} = \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{dv}{30n}\right)$</p> $2D_1 = \frac{dv}{30n}$ <p>อัตราการหยดเมื่อ n ลดลงสองเท่า</p> $D_2 = \frac{dv}{60\left(\frac{n}{2}\right)} = \frac{dv}{30n}$ <p>ดังนั้นจะได้ว่า $D_2 = 2D_1$</p>
คิดละเอียดตลอด	2 คะแนน	<p>ตอบว่า D เพิ่มขึ้นครึ่งหนึ่ง หรือ D เพิ่มขึ้น 50% หรือ อัตราการหยดเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของเดิม และ นักเรียนแสดงร่องรอยการคำนวณได้ถูกต้องแต่ขาดรายละเอียดบางส่วนที่ทำให้ไม่ชัดเจน</p>
	1 คะแนน	<p>ตอบว่า D เพิ่มขึ้นครึ่งหนึ่ง หรือ D เพิ่มขึ้น 50% หรือ อัตราการหยดเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของเดิม แต่ ไม่แสดงร่องรอยการคำนวณหรือแสดงร่องรอยการคำนวณแต่ขาดประเด็นสำคัญที่แสดงที่มาของคำตอบ</p>
	0 คะแนน	<p>นักเรียนไม่แสดงคำตอบ หรือตอบผิดไปจากประเด็นอัตราการหยดเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของเดิม</p>

คำถามที่ 2 : ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรในสูตรอัตราการหยด ในแง่ของ d, v และ n ว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงจะส่งผลอย่างไรต่ออัตราการหยด(D) บ้าง

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดยืดหยุ่น	3 คะแนน	ตอบครบ 3 กรณี ดังนี้ กรณีที่ 1 : เมื่อ n, v ไม่เปลี่ยนแปลง d เพิ่มขึ้น จะทำให้ D เพิ่มขึ้น d ลดลง จะทำให้ D ลดลง กรณีที่ 2 : เมื่อ d, n ไม่เปลี่ยนแปลง v เพิ่มขึ้น จะทำให้ D เพิ่มขึ้น v ลดลง จะทำให้ D ลดลง กรณีที่ 3 : เมื่อ d, v ไม่เปลี่ยนแปลง n เพิ่มขึ้น จะทำให้ D ลดลง n ลดลง จะทำให้ D เพิ่มขึ้น หรือ ตอบว่า กรณีที่ 1 : เมื่อ n, v ไม่เปลี่ยนแปลง d แปรผันตรงกับ D กรณีที่ 2 : เมื่อ d, n ไม่เปลี่ยนแปลง v แปรผันตรงกับ D กรณีที่ 3 : เมื่อ d, v ไม่เปลี่ยนแปลง n แปรผกผันกับ D
	2 คะแนน	ตอบอย่างน้อย 2 กรณี
	1 คะแนน	ตอบเพียง 1 กรณี
	0 คะแนน	ไม่แสดงคำตอบ

การประเมินรายกลุ่ม วัดจากใบกิจกรรมที่ 14-15 เรื่องอัตราเร็ว นักเรียนทุกคนในกลุ่มจะได้คะแนนเท่ากัน

คำถามที่ 1 : จากกราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว(m/s) กับเวลา(s) ให้นักเรียนเขียนสถานการณ์บรรยายการเคลื่อนที่ของรถเพื่อให้สัมพันธ์กับกราฟที่กำหนดให้

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดริเริ่ม	3 คะแนน	นักเรียนสร้างสถานการณ์ได้ครบทุกช่วงความเร็วดังนี้ วินาทีที่ 0-1 : มีความเร็วเพิ่มขึ้นจาก 20 m/s ถึง 60 m/s วินาทีที่ 1-4 : มีความเร็วคงที่ที่ 60 m/s วินาทีที่ 4-5 : มีความเร็วลดลงจาก 60 m/s ถึง 0 m/s หรือหยุดการเคลื่อนที่
	2 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนสร้างมีเพียง 2 ช่วงความเร็วที่สอดคล้องกับกราฟที่กำหนด
	1 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนสร้างมีเพียง 1 ช่วงความเร็วที่สอดคล้องกับกราฟที่กำหนด
	0 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนสร้างไม่สัมพันธ์กับกราฟที่กำหนด

คำถามที่ 2 : ให้นักเรียนสร้างสถานการณ์การเคลื่อนที่ของรถ โดยต้องมีการเปลี่ยนแปลงอัตราเร็วอย่างน้อย 3 ระยะ พร้อมทั้งวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วและเวลาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่สร้าง โดยรูปแบบของสถานการณ์และกราฟจะต้องไม่ซ้ำกับคำถามในข้อ 1

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
	9 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนสร้างจะต้อง <ol style="list-style-type: none"> 1. ไม่ซ้ำกับสถานการณ์และรูปแบบของกราฟในข้อ 1 <u>และ</u> 2. มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วไม่ต่ำกว่า 3 ระยะ <u>และ</u> 3. สถานการณ์ที่สร้างมีความสอดคล้องกับกราฟที่วาด
	6 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนสร้างจะต้อง <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>ไม่ซ้ำ</u>กับสถานการณ์และรูปแบบของกราฟในข้อ 1 <u>และ</u> 2. มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วไม่ต่ำกว่า 3 ระยะ <u>หรือ</u> 3. สถานการณ์ที่สร้างมีความสอดคล้องกับกราฟที่วาด
คิดค่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม	3 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนสร้างจะต้อง <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>ไม่ซ้ำ</u>กับสถานการณ์และรูปแบบของกราฟในข้อ 1 <u>และ</u> 2. มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วไม่ต่ำกว่า 2 ระยะ <u>หรือ</u> 3. สถานการณ์ที่สร้างมีความสอดคล้องกับกราฟที่วาดเพียงบางช่วงเวลา
คิดละเอียดลออ	0 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนสร้างซ้ำกับสถานการณ์หรือรูปแบบของกราฟในข้อ 1 <u>หรือ</u> มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วไม่ถึง 2 ระยะ <u>หรือ</u> สถานการณ์ที่สร้างไม่มีความสอดคล้องกับกราฟที่วาด

คะแนนพฤติกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เอกสารเสริมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมที่ 5

1. ในกิจกรรมการเรียนการสอนชุดนี้จะใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Complex Instruction ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมากกว่าทำรายบุคคล เน้นการทำงานที่มีการประสานสัมพันธ์ระหว่างความรู้และทักษะหลายประเภท

2. เนื้อหาในกิจกรรมชุดนี้เป็นเรื่อง การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) ซึ่งจะเป็นกิจกรรมที่มีความยืดหยุ่นทางการคิดสูงเพราะนักเรียนจะได้เป็นผู้กำหนดสถานการณ์ด้วยตนเองในใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็วและการให้ยาทางหลอดเลือด

3. คำถามในขั้นนำ จะใช้การเปิดวิดีโอที่เป็นการเคลื่อนที่ของรถให้นักเรียนได้ดูเพื่อกระตุ้นความสนใจ จากนั้นครูให้นักเรียนช่วยกันบอกว่า มีสิ่งใดที่เปลี่ยนแปลงขณะที่รถเคลื่อนที่ไปบ้าง ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบคำถามอย่างอิสระ พยายามชี้แนะให้นักเรียนตอบจนกว่าจะได้คำตอบว่าระยะทางและเวลามีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะทำให้ครูโยงเข้าสู่ความสัมพันธ์ของอัตราเร็วได้ (ครูบันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์)

4. คำถามในขั้นสอน นักเรียนจะได้รับเวลากลุ่มละ 10 นาทีในการสืบค้นหาข้อมูลซึ่งครูควรแนะนำให้นักเรียนรู้จักบริหารเวลา โดยอาจแบ่งกันหาเนื้อหาคนละส่วน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะสามารถกำหนดบทบาทหน้าที่ของตนภายในกลุ่มได้ ซึ่งเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนได้ทำงานตามความถนัด สำหรับกระดาษที่แบ่งพื้นที่ให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่ตนหาได้ หากกลุ่มใดมี 5 คนสามารถสร้างพื้นที่ตรงกลางเป็นรูปห้าเหลี่ยมได้ เพื่อให้นักเรียนได้เขียนข้อมูลครบทุกคน และสะดวกต่อการตรวจสอบของครูผู้สอน (ครูบันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์)

5. สำหรับใบกิจกรรม เรื่อง อัตราเร็ว นักเรียนจะได้ระดมสมองช่วยกันคิดสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนด และสถานการณ์อิสระ ซึ่งครูจะต้องคอยให้คำแนะนำ หากนักเรียนส่วนใหญ่ภายในห้อง หาข้อมูลได้ไม่เพียงพอ ครูควรยกตัวอย่าง หรือใช้คำถามนำให้นักเรียนคิด เช่น “เมื่อรถหยุดอัตราเร็วเป็นเท่าใด, ระยะทางเป็นเท่าใด และจะเขียนกราฟได้อย่างไร” หรือ “เมื่อเราเร่งรถกราฟจะเป็นอย่างไร”

6. สำหรับใบกิจกรรม เรื่อง การให้ยาทางหลอดเลือด จะเป็นการเก็บคะแนนรายบุคคล ซึ่งจะให้เวลานักเรียนในการทำภายในห้องเรียนและส่งท้ายชั่วโมง

7. ในชุดกิจกรรมนี้จะมีคะแนนรายบุคคลของนักเรียนเกิน 3 คะแนน ขอให้ครูเฉลี่ยคะแนนรายบุคคลของนักเรียนให้ได้ 3 คะแนน

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับชุดกิจกรรมที่ 6

ชื่อกิจกรรม โฆษณาชวนเชื่อ

เวลา 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์ ให้นักเรียนสามารถ

1. แสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง
ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2. นำความรู้เรื่องการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ การตีความ
ในเชิงสัญลักษณ์และกราฟมาประยุกต์แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

จำนวนและการดำเนินการ สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ การ
ตีความในเชิงสัญลักษณ์และกราฟ

สื่อ/อุปกรณ์

1. ใบเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียน

3.1 ใบกิจกรรมที่ 18 ดอกเบี๋ยเงินฝักมาจากไหน

3.2 ใบกิจกรรมที่ 19 โฆษณาชวนเชื่อ ซึ่งประกอบด้วย กระดาษสำหรับ

ทำใบปลิว สีกุ่มละ 1 ก่องเพื่อให้นักเรียนตกแต่ง

แนวการจัดกิจกรรม

คำถามนำ

1. ครูแสดงภาพอัตราดอกเบี๋ยเงินฝักแบบขึ้นบันไดให้นักเรียนทุกคนดู จากนั้นตั้งคำถามว่า
“นักเรียนมีวิธีการออมเงินอย่างไรบ้าง” เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบได้อย่างอิสระ จนได้คำตอบว่า
ฝากธนาคาร จากนั้นถามต่อว่า “เงินฝากธนาคารมีกี่ประเภท” นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบออมทรัพย์
กับฝากประจำ แล้วถามต่อว่า “บัญชีออมทรัพย์กับฝากประจำแตกต่างกันอย่างไร” เมื่อได้คำตอบว่า
ดอกเบี๋ยต่างกันแล้ว ถามต่อว่า “แล้วธนาคารนำเงินส่วนไหนมาจ่ายดอกเบี๋ยคืนให้เรา” จากนั้นให้
นักเรียนทำ เอกสารเสริมสำหรับนักเรียนเรื่อง ดอกเบี๋ยเงินฝักมาจากไหน

2. ครูขออาสาสมัครนักเรียนแสดงความคิดเห็นหลังจากทำเอกสารเสริมเสร็จ เพื่อเป็น
ตัวอย่างและสรุปคำตอบร่วมกับเพื่อน

คำถามขั้นสอน

3. ให้นักเรียนเข้ากลุ่ม Home เพื่อทำกิจกรรมกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับใบกิจกรรม เรื่อง โฆษณาชวนเชื่อ นักเรียนจะต้องคิดข้อความโฆษณา วางแผนการคำนวณดอกเบี้ยให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยสามารถศึกษาตัวอย่างการคิดดอกเบี้ยได้จาก Internet ออกแบบใบปลิว แล้วออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

4. ให้นักเรียนเลือกกลุ่มที่ตนอยากฝากเงินด้วย พร้อมให้นักเรียนอธิบายเหตุผลสั้นๆ รูปแบบการเขียนดอกเบี้ยอย่างไรที่ให้นักเรียนเข้าใจคิดว่าจะได้ดอกเบี้ยมากกว่าธนาคารอื่น

5. อภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน และสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

การวัดและประเมินผล

การประเมินรายบุคคล วัดจากใบกิจกรรมที่ 18 เรื่อง ดอกเบี้ยเงินฝากมาจากไหน

คำถาม ให้นักเรียนเขียนเหตุผลที่นักเรียนคิดว่าเป็นไปได้ทั้งหมด ให้ได้มากที่สุดว่า ธนาคารนำเงินฝากไปทำสิ่งใดเพื่อให้มีเงินมาจ่ายดอกเบี้ยคืนให้ผู้ฝากเงิน ภายในเวลา 5 นาที

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดคลอง	3 คะแนน	นักเรียนเขียนเหตุผลได้ตั้งแต่ 5 ข้อขึ้นไป เช่น <ul style="list-style-type: none"> ● นำเงินฝากไปให้คนกู้ยืมในอัตราดอกเบี้ยที่สูงกว่า แล้วนำส่วนต่างมาจ่ายเป็นดอกเบี้ยเงินฝากให้ผู้ฝาก ● นำเงินฝากไปลงทุนซื้อทองคำแล้วนำผลกำไรที่ได้มาจ่ายเป็นดอกเบี้ยให้ผู้ฝาก ● นำเงินฝากไปลงทุนซื้อพันธบัตรแล้วนำผลกำไรที่ได้มาจ่ายเป็นดอกเบี้ยให้ผู้ฝาก ● นำเงินฝากไปซื้อหุ้นแล้วนำผลกำไรที่ได้มาจ่ายเป็นดอกเบี้ยให้ผู้ฝาก ● นำเงินฝากไปซื้ออสังหาริมทรัพย์เพื่อขายทำกำไร แล้วนำผลกำไรที่ได้มาจ่ายเป็นดอกเบี้ยให้ผู้ฝาก
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนเหตุผลได้ตั้งแต่ 3-4 ข้อ
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนเหตุผลได้ตั้งแต่ 1-2 ข้อ
	0 คะแนน	นักเรียนไม่เขียนคำตอบ

การประเมินรายกลุ่ม วัดจากใบกิจกรรมที่ 19 เรื่อง โฆษณาชวนเชื่อ
มีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดยืดหยุ่น	3 คะแนน	นักเรียนนำเสนอรูปแบบการคิดดอกเบี้ยแบบขั้นบันได หรือ เป็นช่วงเวลาในการฝาก เพื่อดึงดูดความสนใจ สามารถ นำตัวเลขที่มีค่ามาก ๆ มาใช้ในการคำนวณได้ และค่าอัตรา ดอกเบี้ยเฉลี่ยต่อปียังคงเป็นร้อยละ 2.25 ตามเงื่อนไขที่กำหนด สร้างแรงจูงใจในการฝากเงิน
	2 คะแนน	นักเรียนนำเสนอรูปแบบการคิดดอกเบี้ยที่มีอัตราดอกเบี้ย เฉลี่ยต่อปีเป็นร้อยละ 2.25 ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยมีการ นำเรื่องค่าเฉลี่ยมาประยุกต์ใช้ แต่ขาดรายละเอียดบาง ประการทำให้ เงื่อนไขดอกเบี้ยไม่น่าสนใจ
	1 คะแนน	นักเรียนนำเสนอรูปแบบการคิดดอกเบี้ยที่มีอัตราดอกเบี้ยต่อ ปีเป็นร้อยละ 2.25 โดยไม่มีการประยุกต์ใช้เรื่องค่าเฉลี่ย เพื่อ ทำให้ค่าโฆษณาน่าสนใจ
	0 คะแนน	นักเรียนไม่ได้นำอัตราดอกเบี้ยมาใส่ในข้อความโฆษณา
คิดริเริ่ม	3 คะแนน	ใบปลิวโฆษณา ข้อความโฆษณา รูปแบบการใช้อัตรา ดอกเบี้ยแบบขั้นบันไดหรือรูปแบบอื่นที่ใช้หลักค่าเฉลี่ยเลข คณิตมาประยุกต์ ได้รับคัดเลือกจากเพื่อนกลุ่มอื่นตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไปว่าจะนำเงินมาฝากด้วย
	2 คะแนน	ใบปลิวโฆษณา ข้อความโฆษณา รูปแบบการใช้อัตรา ดอกเบี้ยแบบขั้นบันไดหรือรูปแบบอื่นที่ใช้หลักค่าเฉลี่ยเลข คณิตมาประยุกต์ ได้รับคัดเลือกจากเพื่อนกลุ่มอื่น 1 กลุ่ม ว่า จะนำเงินมาฝากด้วย
	1 คะแนน	ใบปลิวโฆษณา ข้อความโฆษณา รูปแบบการใช้อัตรา ดอกเบี้ยแบบขั้นบันไดหรือรูปแบบอื่นที่ใช้หลักค่าเฉลี่ยเลข คณิตมาประยุกต์ แต่ไม่ได้รับการคัดเลือกจากเพื่อนกลุ่มอื่น ว่าจะนำเงินมาฝากด้วย
	0 คะแนน	ใบปลิว ข้อความโฆษณาขาดความน่าสนใจ ใช้การบอก อัตราดอกเบี้ยเป็นร้อยละ 2.25 ต่อปี ไม่มีการประยุกต์

การนำเสนอผลงาน

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดละเอียดลออ	3 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือมีหลักฐานที่ชัดเจน สัมพันธ์และเชื่อมโยงกัน มีความเป็นองค์รวม แสดงลำดับของเหตุการณ์อย่างสอดคล้องกัน โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้มากกว่า 1 ข้อ <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การให้คำนิยาม ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้สถิติ
	2 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบหรือมีหลักฐาน โดยใช้กลยุทธ์ต่อไปนี้อย่างน้อย 1 ข้อ <ul style="list-style-type: none"> ● การยกตัวอย่าง ● การให้คำนิยาม ● การบรรยายหรือให้เหตุผลอย่างละเอียด ● การใช้สถิติ
	1 คะแนน	นักเรียนแสดงเหตุผลหรือหลักฐานสนับสนุนคำตอบ
	0 คะแนน	ไม่แสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบ
คิดคล่อง	3 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครบทุกข้อคำถามภายในเวลาที่กำหนด
	2 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของข้อคำถาม แต่ไม่ครบสมบูรณ์ ภายในเวลาที่กำหนด
	1 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ถึงร้อยละ 80 ของข้อคำถามภายในเวลาที่กำหนด
	0 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ถึงร้อยละ 50 ของข้อคำถามภายในเวลาที่กำหนด

คะแนนพฤติกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เอกสารเสริมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมที่ 6

1. ในกิจกรรมการเรียนการสอนชุดนี้จะใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Complex Instruction ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมากกว่าทำรายบุคคล เน้นการทำงานที่มีการประสานสัมพันธ์ระหว่างความรู้และทักษะหลายประเภท

2. เนื้อหาในกิจกรรมชุดนี้จะเป็นเรื่อง การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) ซึ่งจะเป็นกิจกรรมที่มีความยืดหยุ่นทางการคิดสูง นักเรียนจะได้นำความรู้ในเรื่องจำนวนและการดำเนินการ สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ การตีความในเชิงสัญลักษณ์และกราฟมาใช้หาคำตอบของสถานการณ์ในเอกสารเสริมสำหรับนักเรียนเรื่อง โฆษณาชวนเชื่อ

3. คำถามนำจะเป็นคำถามในชุดกิจกรรมนี้ ให้ครูตั้งคำถาม ถามนักเรียนตามลำดับ เพื่อนำเข้าสู่การทำใบกิจกรรม เรื่อง ดอกเบี้ยเงินฝากมาจากไหน ซึ่งคำตอบเป็นแบบอิสระ เพราะใน ส่วนคำถามนำนี้ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกคิดคล่อง คือคิดให้ได้มากที่สุดในเวลาที่กำหนด โดยครูสามารถเสริมความรู้ด้านการออมเงินให้กับนักเรียนได้

4. คำถามในขั้นสอน จะเป็นงานกลุ่มที่นักเรียนจะต้องคิดอย่างรอบคอบให้ เป็นไปตามเวลาและเงื่อนไขที่กำหนด ในส่วนของการศึกษาหาข้อมูล อนุญาตให้นักเรียนค้นคว้าจาก Internet ได้ แต่ต้องเป็นไปตามเวลาที่กำหนด ครูบันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขณะนักเรียนทำงานกลุ่ม

5. เมื่อแต่ละกลุ่มออกมานำเสนองาน ขอให้ครูชี้แจงว่าให้นำเสนอเหมือนนักเรียนได้รับเวลาออกอากาศทางโทรทัศน์ 5 นาที และแต่ละกลุ่มต้องตั้งใจฟังที่เพื่อนนำเสนอเพื่อคัดเลือก 1 ธนาคาร ที่กลุ่มของตนจะนำเงินไปฝากด้วย พร้อมให้เหตุผลประกอบว่า มีคำชวนเชื่อใดที่ทำให้ นักเรียนอยากฝากเงินด้วย

6. ในใบปลิวโฆษณาให้นักเรียนตกแต่งให้สวยงาม พร้อมเขียนคำโฆษณาที่ตนคิดลงในนั้น

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับชุดกิจกรรมที่ 7

ชื่อกิจกรรม การแปลผล

เวลา 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์ ให้นักเรียนสามารถ

1. แสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง
ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
2. นำความรู้เรื่องความน่าจะเป็น สถิติ การตีความ ประเมินข้อสรุปในสถานการณ์
ที่มีความไม่แน่นอน การสร้างตัวแบบ มาประยุกต์ใช้เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ความน่าจะเป็น สถิติ การตีความ ประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่
แน่นอน การสร้างตัวแบบ

สื่อ/อุปกรณ์

1. ใบเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ใบกิจกรรม
 - 3.1 ใบกิจกรรมที่ 20 ใครทำอะไร
 - 3.2 ใบกิจกรรมที่ 21-22 ส่งเสริมการอ่าน 1-2

แนวการจัดกิจกรรม

คำถามนำ

1. ครูแจกใบกิจกรรม เรื่องใครทำอะไร ราชบุคคลให้นักเรียนได้อ่านและคิดหาคำตอบ ใช้
เวลาด้านชั่วโมงประมาณ 10 นาทีในการทำ

2. สรุปคำตอบร่วมกับนักเรียน

คำถามในชั้นสอน

3. ให้นักเรียนทุกคนเข้ากลุ่ม Home แจกเอกสารใบกิจกรรมเรื่อง ส่งเสริมการอ่าน ให้เวลา
นักเรียนศึกษา วิเคราะห์ คัดกิจกรรม และเตรียมตัวนำเสนอ 50 นาที

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนองานกลุ่มละไม่เกิน 5 นาที

5. สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

การวัดและประเมินผล

การประเมินรายบุคคล วัดจากใบกิจกรรมที่ 20 เรื่อง ใครทำอะไร

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดยืดหยุ่น	3 คะแนน	นักเรียนสร้างตอบว่า <ul style="list-style-type: none"> ● แก้วตาประกอบอาชีพนักกฎหมายและนักวาดภาพ ● และ บุญชัยประกอบอาชีพวิศวกรและหมอ ● และ เกียรติประกอบอาชีพครูและนักเขียน
	2 คะแนน	นักเรียนตอบถูกต้องอย่างน้อย 2 คนตามเกณฑ์ 3 คะแนน
	1 คะแนน	นักเรียนตอบถูก 1 คนตามเกณฑ์ 3 คะแนน
	0 คะแนน	นักเรียนตอบไม่ถูก

การประเมินรายกลุ่ม วัดจากใบกิจกรรมที่ 21-22 เรื่อง ส่งเสริมการอ่าน 1-2

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดละเอียดลออ	3 คะแนน	<p>นักเรียนเขียนบทวิเคราะห์จากภาพสถิติการอ่านหนังสือได้ครบทั้ง 6 ด้าน เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> ● จำนวนวัยรุ่นไทยที่อ่านหนังสือมีสูงถึง 90.1% และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ จากสถิติ 10 ปีย้อนหลัง ● เวลาที่ใช้ในการอ่านเฉลี่ยต่อวันสูงขึ้น แต่ยังคงว่าน้อยเมื่อเทียบกับเวลาทั้งวัน เพราะใช้เวลาอ่านเฉลี่ยวันละ 50 นาที ซึ่งคิดเป็น 3.47% ของเวลาทั้งวัน ● หนังสือที่มีจำนวนคนอ่านมากที่สุดคือหนังสือพิมพ์ และหนังสือที่อ่านน้อยที่สุดคือหนังสือแบบเรียน อาจเป็นเพราะหนังสือพิมพ์หาอ่านได้ง่ายตามร้านอาหารต่างๆ จึงสะดวกต่อการอ่าน ● เหตุผลหลักที่อ่านหนังสือคือเพื่อการศึกษา และคนที่ไม่อ่านหนังสือส่วนใหญ่ใช้เวลาในการดูโทรทัศน์ แสดงว่าโทรทัศน์สร้างแรงจูงใจได้มาก จึงควรผลิตสื่อที่จะให้ความรู้ในลักษณะภาพเคลื่อนไหวมากขึ้น
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนบทวิเคราะห์ได้ 4-5 ด้าน
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนบทวิเคราะห์ได้ 1-3 ด้าน
	0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถแปลผลจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดยืดหยุ่น	3 คะแนน	นักเรียนสามารถเขียนบทวิเคราะห์ได้ไม่ต่ำกว่า 3 ข้อและสร้างกิจกรรมส่งเสริมการอ่านได้ไม่ต่ำกว่า 3 กิจกรรม พร้อมบอกเหตุผลและที่มาครบถ้วน
	2 คะแนน	นักเรียนสามารถเขียนบทวิเคราะห์ได้ 2 ข้อและสร้างกิจกรรมส่งเสริมการอ่านได้ 2 กิจกรรม พร้อมบอกเหตุผลและที่มาครบถ้วน
	1 คะแนน	นักเรียนสามารถเขียนบทวิเคราะห์ได้ 1 ข้อและสร้างกิจกรรมส่งเสริมการอ่านได้ 1 กิจกรรม พร้อมบอกเหตุผลและที่มาครบถ้วน
	0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนบทวิเคราะห์และสร้างกิจกรรมส่งเสริมการอ่านได้

การนำเสนอผลงาน		
หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดริเริ่ม	3 คะแนน	นักเรียนมีรูปแบบการนำเสนอที่ดึงดูดความสนใจ ใช้การยกตัวอย่าง บรรยายอย่างละเอียด และกิจกรรมส่งเสริมการอ่านที่นักเรียนคิดมีความแปลกใหม่ มีเหตุผลโดยนำสถิติที่ได้ข้อมูลมาวิเคราะห์แล้วนำมาสร้างเป็นกิจกรรม
	2 คะแนน	นักเรียนมีรูปแบบการนำเสนอที่ดึงดูดความสนใจ ใช้การยกตัวอย่าง บรรยายอย่างละเอียด และกิจกรรมส่งเสริมการอ่านที่นักเรียนคิดมีความแปลกใหม่ แต่สร้างขึ้น โดยไม่ได้ใช้ข้อมูลทางสถิติที่กำหนดให้
	1 คะแนน	นักเรียนมีรูปแบบการนำเสนอที่ดึงดูดความสนใจ พอประมาณ ใช้การยกตัวอย่าง บรรยายในบางกรณี ประกอบกับกิจกรรมส่งเสริมการอ่านที่นักเรียนคิดคล้ายกับเพื่อนกลุ่มอื่นและไม่ได้ใช้ข้อมูลทางสถิติที่กำหนดให้
	0 คะแนน	นักเรียนไม่กล้านำเสนอ ไม่มีรูปแบบกิจกรรมใดๆที่น่าสนใจ
คิดคล่อง	3 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ครบทุกข้อคำถามภายในเวลาที่กำหนด
	2 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของข้อคำถาม แต่ไม่ครบสมบูรณ์ ภายในเวลาที่กำหนด
	1 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ถึงร้อยละ 80 ของข้อคำถาม ภายในเวลาที่กำหนด
	0 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ถึงร้อยละ 50 ของข้อคำถาม ภายในเวลาที่กำหนด

คะแนนพฤติกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เอกสารเสริมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การแปลผล

1. ในกิจกรรมการเรียนการสอนชุดนี้จะใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Complex Instruction ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมากกว่าทำรายบุคคล เน้นการทำงานที่มีการประสานสัมพันธ์ระหว่างความรู้และทักษะหลายประเภท

2. เนื้อหาในกิจกรรมชุดนี้จะเป็นเรื่อง ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data) จะเป็นเนื้อหาที่มีอยู่ในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและในชีวิตประจำวัน รวมทั้งทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ เป็นการตีความและประเมินข้อสรุปจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมเรื่อง ใครทำอะไรและส่งเสริมการอ่าน

3. คำถามในขั้นนำ จะใช้คำถามในใบกิจกรรมเรื่อง ใครทำอะไร เป็นคำถามให้นักเรียนคิด ครูจัดระเบียบห้องเรียนให้สงบก่อนทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์อย่างละเอียด รอบคอบ ทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล ครูบันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4. คำถามในขั้นสอน จะเป็นการทำงานกลุ่มเพื่อให้ได้ 1 ชิ้นงานที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติมาสร้างเป็นกิจกรรมส่งเสริมการอ่านขึ้น ซึ่งครูควรเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ แหล่งสืบค้นข้อมูลให้กับนักเรียน และดูแลให้กิจกรรมภายในห้องเรียนเป็นไปด้วยความเรียบร้อย เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ครูบันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

5. ในขั้นตอนของการนำเสนอ ครูควรจัดบันทึกรูปแบบกิจกรรมส่งเสริมการอ่านที่นักเรียนคิดขึ้นเพื่อให้คะแนนความคิดริเริ่ม โดยเทียบกับเพื่อนกลุ่มอื่นว่ามีความแปลกใหม่ น่าสนใจหรือไม่

6. สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับชุดกิจกรรมที่ 8
ชื่อกิจกรรม เข้าใจข้อมูล
เวลา 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์ ใ้ให้นักเรียนสามารถ

1. แสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง
 ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
2. นำความรู้เรื่องความน่าจะเป็น สถิติ การตีความ ประเมินข้อสรุปในสถานการณ์
 ที่มีความไม่แน่นอน การสร้างตัวแบบ มาประยุกต์ใช้เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ความน่าจะเป็น สถิติ การตีความ ประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่
 แน่นอน การสร้างตัวแบบ

สื่อ/อุปกรณ์

1. ใบเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ใบกิจกรรม
 - 3.1 ใบกิจกรรมที่ 23 ค่ากลางของข้อมูล
 - 3.2 ใบกิจกรรมที่ 24 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

แนวการจัดกิจกรรม

คำถามนำ

1. ครูสอบถามนักเรียนว่า “นักเรียนรู้เรื่องฮวงจุ้ยของบ้านหรือไม่” แล้วถามต่อว่า “ศาสตร์
 เรื่องฮวงจุ้ยนี้มีที่มาอย่างไร” ใ้ให้นักเรียนตอบคำถามอย่างอิสระ ถามต่อว่า “ใช้การจดบันทึกได้
 หรือไม่” สรุปคำตอบกับนักเรียนว่า การเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ววิเคราะห์เป็นสารสนเทศนั้น คือ
 หลักการเบื้องต้นของสถิติ
2. ตั้งคำถามนักเรียนต่อว่า เมื่อมีการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แล้วจะเลือกข้อมูลใดมาอธิบาย
 ภาพรวม ยกตัวอย่างเช่น มีการเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะของห้องนอนที่หันหัวนอนเข้าห้องน้ำ มา
 10,000 หลังคาเรือน พบว่า มี 8,000 หลังคาเรือนที่ผู้อาศัยมีอาการปวดหัว นอนไม่ค่อยหลับ กับอีก
 2,000 ครั้วเรือนที่นอนหลับและสุขภาพแข็งแรงดี หากนักเรียนจะต้องทำนายลักษณะของบ้านที่หัน
 หัวนอนเข้าห้องน้ำ นักเรียนจะเลือกทำนายใดมาอธิบาย เพราะเหตุใด

3. สรุปคำตอบร่วมกับนักเรียน

คำถามในชั้นสอน

3. ครูเชื่อมโยงคำตอบเรื่องการทำนายทิศทางรถหันหัวนอน ว่าในการเก็บข้อมูลจะต้องมีตัวแทนกลุ่ม ซึ่งเรียกว่าค่ากลางของข้อมูล เช่นที่นักเรียนตอบว่า ถ้าหันหัวนอนทางห้องน้ำแล้วจะมีโอกาสนอนไม่หลับ ปวดหัวได้สูง เพราะจากการเก็บข้อมูลมีถึง 8,000 ครั้งเรือนที่มีอาการเช่นนั้น ค่ากลางทางสถิติที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้ มี 3 ค่าคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต, มัชฌิม และฐานนิยม จากนั้นครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล ให้นักเรียนทำรายบุคคล เมื่อนักเรียนทำงานเสร็จสรุปความสำคัญของค่ากลางของข้อมูลร่วมกับนักเรียน

4. จากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่ม Home เพื่อทำใบกิจกรรม เรื่อง วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เป็นงานกลุ่ม

5. ให้นักเรียนออกมานำเสนอ ครูและนักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

การวัดและประเมินผล

การประเมินรายบุคคล วัดจากใบกิจกรรมที่ 23 เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดชี้คหุ่่น	3 คะแนน	<p>นักเรียนตอบคำถามครบ 3 ส่วน ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> อธิบายความหมายของค่าเฉลี่ยเลขคณิต, มัธยฐาน และฐานนิยมได้ถูกต้อง ว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคือค่ากลางของข้อมูลที่ได้มาจากการนำผลรวมของข้อมูลทุกค่ามาหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด, มัธยฐานคือค่ากลางของข้อมูลที่มีตำแหน่งอยู่ตรงกลางเมื่อเรียงจากน้อยไปหามาก และฐานนิยมคือค่ากลางของข้อมูลที่ได้มาจากค่าที่ซ้ำกันมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ 4.83 มัธยฐาน คือ 5 ฐานนิยม คือ 5 อธิบายได้ว่าจากตัวอย่างฮวงจู้ยห้องนอนนั้นใช้ค่ากลาง ประเภท ฐานนิยม เพราะมีข้อมูลซ้ำกันมากที่สุด ประกอบกับ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมัธยฐานเหมาะใช้กับข้อมูลเชิงตัวเลขที่สามารถรวมหรือจัดเรียงค่าน้อยได้
	2 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามทั้ง 3 ส่วน แต่อธิบายข้อมูลได้ไม่ครบถ้วน
	1 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามได้ 2 ส่วน
	0 คะแนน	นักเรียนตอบคำถามได้เพียง 1 ส่วน

การประเมินรายกลุ่ม วัดจากใบกิจกรรมที่ 24 เรื่อง วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
 คำถาม ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ว่าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ควรใช้ค่ากลางประเภทใด
 (ค่าเฉลี่ยเลขคณิต, มัชฐานหรือฐานนิยม) พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดละเอียดลออ	3 คะแนน	<p>นักเรียนเลือกค่ากลางที่เหมาะสมได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้ครบถ้วนทั้ง 3 สถานการณ์ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● เหตุการณ์ ที่ 1 เลือกใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เพราะข้อมูลมีค่าใกล้เคียงกันและเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ● เหตุการณ์ ที่ 2 เลือกใช้ฐานนิยม เพราะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ● เหตุการณ์ ที่ 3 เลือกใช้มัชฐาน เพราะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่มีค่ามากที่สุดและน้อยสุดต่างกันมาก และไม่มีข้อมูลที่ซ้ำกัน
	2 คะแนน	นักเรียนเลือกค่ากลางที่เหมาะสมได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้ครบถ้วนเพียง 2 สถานการณ์
	1 คะแนน	นักเรียนเลือกค่ากลางที่เหมาะสมได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลได้ครบถ้วนเพียง 1 สถานการณ์
	0 คะแนน	นักเรียนเลือกค่ากลางได้ไม่ถูกต้อง หรือเลือกถูกบางเหตุการณ์แต่ไม่อธิบายเหตุผลประกอบ

คำถาม ให้นักเรียนช่วยกันสรุปว่า ค่าเฉลี่ย, มัชฐาน และฐานนิยม เหมาะกับข้อมูลประเภทใด พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดริเริ่ม	3 คะแนน	นักเรียนอธิบายเหตุผลพร้อมยกตัวอย่างได้ถูกต้อง โดยตัวอย่างที่นักเรียนสร้างให้อยู่ในคลุยพินิจของครูผู้สอน ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> • ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เหมาะกับข้อมูลเชิงปริมาณ ที่ลักษณะของข้อมูลที่ค่าไม่แตกต่างกันมาก • มัชฐาน เหมาะกับข้อมูลเชิงปริมาณ ที่มีค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุดแตกต่างกันมากๆ • ฐานนิยม เหมาะกับข้อมูลเชิงคุณภาพ ที่มีการซ้ำกันของข้อมูล
	2 คะแนน	นักเรียนอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องครบทั้ง 3 ค่ากลางแต่ยกตัวอย่างประกอบไม่ครบ 3 ค่ากลาง
	1 คะแนน	นักเรียนอธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง 1-2 ค่ากลาง หรือยกตัวอย่างประกอบเพียง 1-2 ค่ากลาง
	0 คะแนน	นักเรียนเขียนอธิบายไม่ถูกต้อง

คำถาม จงเขียนสถานการณ์ตัวอย่างที่มี ค่าเฉลี่ยเลขคณิต = มัชฐาน = ฐานนิยม ให้ได้มากที่สุดภายในเวลา 15 นาที

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดคล่อง	3 คะแนน	นักเรียนเขียนสถานการณ์ที่เป็นไปตามเงื่อนไขได้ 3 สถานการณ์ขึ้นไป
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนสถานการณ์ที่เป็นไปตามเงื่อนไขได้ 2 สถานการณ์
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนสถานการณ์ที่เป็นไปตามเงื่อนไขได้ 1 สถานการณ์
	0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนสถานการณ์ที่มีเงื่อนไขตามกำหนดได้

คะแนนพฤติกรรม วัดจากแบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เอกสารเสริมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมที่ 8 เรื่อง เข้าใจข้อมูล

1. ในกิจกรรมการเรียนการสอนชุดนี้จะใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Complex Instruction ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมากกว่าทำรายบุคคล เน้นการทำงานที่มีการประสานสัมพันธ์ระหว่างความรู้และทักษะหลายประเภท

2. เนื้อหาในกิจกรรมชุดนี้จะเป็นเรื่อง ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data) จะเป็นเนื้อหาที่มีอยู่ในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและในชีวิตประจำวัน รวมทั้งทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ เป็นการตีความและประเมินข้อสรุปจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

3. คำถามในขั้นนำ นี้จะใช้การยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนคิดแล้วสรุปคำตอบจากสถานการณ์จริงที่ใช้ข้อมูลพื้นฐานทางสถิติ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของหลักการทางสถิติว่ามีอยู่รอบตัว ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามอย่างอิสระ

4. คำถามในขั้นสอน คำถามชุดแรกจะเป็นงานรายบุคคลในใบกิจกรรม เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล จะเป็นการทบทวนความรู้เรื่องค่ากลางของข้อมูล ฝึกให้นักเรียนสืบค้นด้วยตนเอง และใช้คำถามในขั้นนำเรื่องวงจ้อยห้อยนอนมาให้นักเรียนวิเคราะห์ตามหลักของค่ากลางของข้อมูลอีกครั้ง ให้ความสำคัญในการสืบค้นและเขียนคำตอบ 15 นาที

5. จากนั้นให้นักเรียนเข้ากลุ่มทำใบกิจกรรม เรื่อง วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ครูคอยให้คำแนะนำ และกำหนดเวลาคำถามแต่ละข้อได้ตามความเหมาะสม ยกเว้นข้อสุดท้ายที่ครูจะต้องให้นักเรียนเริ่มทำพร้อมกันแล้วจับเวลา

6. เมื่อนักเรียนออกมานำเสนอแล้ว สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับชุดกิจกรรมที่ 9

ชื่อกิจกรรม ทั่วไป

เวลา 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์	<p>ให้นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์	<p>สมการ, กราฟ และการตีความการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่างๆ</p>
สื่อ/อุปกรณ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. ใบเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 2. แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3. ใบกิจกรรม <ol style="list-style-type: none"> 3.1 ใบกิจกรรมที่ 25 เรื่อง แบบรูป 3.2 ใบกิจกรรมที่ 26 เรื่อง ทั่วไป 4. กระดาษ A4 และกรรไกรกลุ่มละ 1 ชุด

แนวการจัดกิจกรรม

คำถามนำ

1. ครูยกตัวอย่างของลำดับเลขคือ 1, 3, 5, 7, 9, ... แล้วถามนักเรียนว่าจำนวนถัดไปคือเลขใด ซึ่งนักเรียนทุกคนจะตอบได้ จากนั้นถามต่อว่า “จำนวนที่ 550 คือเลขใด” นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบไม่ได้ จากนั้นถามนักเรียนต่อว่า “มีวิธีการใดบ้างที่จะทำให้เราหาคำตอบได้” เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบคำถามได้อย่างอิสระ แต่ยังไม่สรุปคำตอบ

2. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง แบบรูป เมื่อนักเรียนทำเสร็จ สุ่มยกตัวอย่างแบบรูปที่นักเรียนเขียนได้มาขึ้นกระดานเพื่อถามหาจำนวนถัดไป และถามหาจำนวนมากๆ จากนั้นสรุปคำตอบร่วมกับนักเรียนว่า ในการหาจำนวนมากๆนั้นเราจำเป็นต้องรู้ ทั่วไปของลำดับนั้นๆ

คำถามขั้นสอน

3. ให้นักเรียนเข้ากลุ่ม Home เพื่อทำใบกิจกรรม เรื่อง รูปทั่วไป
4. ครูเก็บใบกิจกรรม เรื่องรูปทั่วไป ไปตรวจให้คะแนนกลุ่ม จากนั้นนำตัวอย่างที่นักเรียนเขียนในใบกิจกรรม เรื่อง แบบรูป มาฝึกให้นักเรียนทั้งห้องช่วยกันคิดหาแบบรูป โดยการยกมือตอบทีละข้อ ครูบันทึกเป็นคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
5. สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

การวัดและประเมินผล

การประเมินรายบุคคล วัดจากใบกิจกรรมที่ 25 เรื่อง แบบรูป

คำถาม ให้นักเรียนเขียนแบบรูปของจำนวนให้ได้มากที่สุด โดยเขียนเป็นข้อๆ และยกตัวอย่างลำดับของเลขอย่างน้อย 4 จำนวน ภายในเวลา 10 นาที

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดคล่อง	3 คะแนน	นักเรียนเขียนแบบรูปของจำนวนได้ ตั้งแต่ 5 แบบขึ้นไป
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนแบบรูปของจำนวนได้ ตั้งแต่ 3-4 แบบ
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนแบบรูปของจำนวนได้ ตั้งแต่ 1-2 แบบ
	0 คะแนน	นักเรียนเขียนแบบรูปของจำนวนไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง

การประเมินรายกลุ่ม วัดจากใบกิจกรรมที่ 26 เรื่อง รูปทั่วไป

คำถาม ให้นักเรียนเขียนสำรวจจำนวนรอยพับและจำนวนรูปสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นจากรอยพับ

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดยืดหยุ่น	3 คะแนน	นักเรียนพับสามเหลี่ยมได้ถูกต้องตามคำสั่งและจดบันทึกจำนวนรอยพับและนับจำนวนรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง โดยมีการบันทึกจำนวนรอยพับอย่างน้อย 5 รอย ดังนี้
		จำนวนรอยพับ
		จำนวนสามเหลี่ยม
		0
		1
		1
		3
		2
	6	
	3	
	10	
	4	
	15	
	5	
	21	
	2 คะแนน	นักเรียนพับสามเหลี่ยมได้ถูกต้องตามคำสั่งและจดบันทึกจำนวนรอยพับและนับจำนวนรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง โดยมีการบันทึกจำนวนรอยพับ 3-4 รอย
	1 คะแนน	นักเรียนพับสามเหลี่ยมได้ถูกต้องตามคำสั่งและจดบันทึกจำนวนรอยพับและนับจำนวนรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง โดยมีการบันทึกจำนวนรอยพับ 1-2 รอย
	0 คะแนน	นักเรียนพับไม่ถูกต้องตามคำสั่ง และนับจำนวนสามเหลี่ยมไม่ครบถ้วน

คำถามที่ 1 จากการสำรวจนักเรียนค้นพบแบบรูปใด

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดละเอียดลออ	3 คะแนน	นักเรียนค้นพบแบบรูปของจำนวนสามเหลี่ยม ซึ่งนักเรียนเขียนจำนวนรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้องอย่างน้อย 6 ลำดับ ดังนี้ $T = 1, 3, 6, 10, 15, 21, \dots$
	2 คะแนน	นักเรียนค้นพบแบบรูปของจำนวนสามเหลี่ยม ซึ่งนักเรียนเขียนจำนวนรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง 4-5 ลำดับ
	1 คะแนน	นักเรียนค้นพบแบบรูปของจำนวนสามเหลี่ยม ซึ่งนักเรียนเขียนจำนวนรูปสามเหลี่ยมได้ถูกต้อง 2-3 ลำดับ
	0 คะแนน	นักเรียนไม่ค้นพบแบบรูปใด

คำถามที่ 2 ให้นักเรียนหารูปทั่วไปของ T ที่เขียนในรูปของพจน์ที่ N

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดริเริ่ม	3 คะแนน	นักเรียนค้นพบรูปทั่วไปและเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้ $T = \frac{N(N+1)}{2}$
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนตอบเพียง $\frac{N(N+1)}{2}$
	1 คะแนน	นักเรียนใช้การเขียนบรรยายแทนการเขียนด้วยสัญลักษณ์
	0 คะแนน	นักเรียนไม่ค้นพบรูปทั่วไป

คะแนนพฤติกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เอกสารเสริมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมที่ 9 เรื่อง รูปทั่วไป

1. ในกิจกรรมการเรียนการสอนชุดนี้จะใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Complex Instruction ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมากกว่าทำรายบุคคล เน้นการทำงานที่มีการประสานสัมพันธ์ระหว่างความรู้และทักษะหลายประเภท

2. เนื้อหาในกิจกรรมชุดนี้เป็นเรื่อง การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) ซึ่งจะเป็กิจกรรมที่มีความยืดหยุ่นในกิจกรรมชุดนี้จะเน้นให้นักเรียนได้หาแบบรูปของความสัมพันธ์

3. คำถามในขั้นนำ จะเป็นคำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียน ซึ่งไม่จำเป็นต้องหาคำตอบในทันที ให้ครูดูความเหมาะสมของนักเรียน เพราะจะมีคำตอบอยู่ในใบกิจกรรม เรื่อง แบบรูป เมื่อนักเรียนทำเสร็จเรียบร้อย ครูสุ่มตัวอย่างลำดับของตัวเลขที่นักเรียนเขียนได้มาถามหาคำถัดไป และถามหาค่ามากๆ พยายามให้นักเรียนคิดหาคำตอบ จากนั้นฝึกให้นักเรียนสังเกตลำดับที่เพื่อหารูปทั่วไป

4. คำถามในขั้นสอน นักเรียนจะได้เข้ากลุ่มและทำกิจกรรม ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้อ่านและทำความเข้าใจโจทย์ร่วมกัน ให้นักเรียนดำเนินการตามคำสั่ง แล้วเขียนผลการสำรวจ ซึ่งครูไม่ควรชี้แนะใดๆ เพราะคำถามในกิจกรรมชุดนี้จะเป็คำถามปลายเปิดประเภท กระบวนการเปิด ซึ่งนักเรียนต้องระดมสมองช่วยกันคิดว่าวิธีที่จะทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

5. ครูบันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม เมื่อนักเรียนส่งงานแล้ว ครูนำตัวอย่างลำดับที่นักเรียนเขียนในเอกสารเรื่อง แบบรูปมา ยกตัวอย่างให้นักเรียนทั้งชั้นหารูปทั่วไป ใช้ระบบการยกมือตอบ

6. สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับชุดกิจกรรมที่ 10

ชื่อกิจกรรม แทนแกรม

เวลา 2 ชั่วโมง

- จุดประสงค์** ให้นักเรียนสามารถ
1. แสดงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความคิดคล่อง
ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
 2. นำความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตมาประยุกต์ใช้ได้

ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

เรขาคณิตเบื้องต้นและการวัด

สื่อ/อุปกรณ์

1. ใบเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ใบกิจกรรม
 - 3.1 ใบกิจกรรมที่ 27 แทนแกรม 1
 - 3.2 ใบกิจกรรมที่ 28 แทนแกรม 2
4. แทนแกรมกลุ่มละ 1 ชุด

แนวการจัดกิจกรรม

คำถามนำ

1. ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า “นักเรียนเคยเห็นรูปเรขาคณิตอยู่ที่ใดบ้างในชีวิตประจำวัน” ให้นักเรียนตอบคำถามอย่างอิสระ แล้วสรุปร่วมกับนักเรียนว่ารูปทรงต่างๆที่เราพบเห็นล้วนแล้วแต่เกิดมาจากรูปเรขาคณิตอย่างง่ายเป็นพื้นฐานทั้งนั้น ยกตัวอย่างเช่นการวาดรูปหน้าคน ก็จะมีพื้นฐานจากรูปวงกลม เป็นวงรี แล้วแบ่งสัดส่วน

2. ในชุดกิจกรรมนี้นักเรียนจะได้ทดลองออกแบบรูปร่างอย่างอิสระ จากรูปเรขาคณิตอย่างง่าย ที่มีชื่อว่า แทนแกรม

คำถามขั้นสอน

3. ต่อไปให้นักเรียนเข้ากลุ่ม Home เพื่อทำใบกิจกรรม เรื่อง แทนแกรม 1 โดยจับเวลาทั้งหมด 20 นาที บันทึกเป็นคะแนนกลุ่ม ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มเพื่อให้ได้งานตามเวลาที่กำหนด

4. เมื่อครบกำหนดเวลาให้ครูนำภาพตัวอย่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างได้มาขึ้นชมร่วมกัน
5. จากนั้นให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง แทนแกรม 2 โดยใช้ชุดแทนแกรมที่ได้รับกลุ่มละ 1 ชุด เป็นอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม
6. สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

การวัดและประเมินผล

การประเมินรายกลุ่ม วัดจากใบกิจกรรมเรื่อง แทนแกรม 1 และแทนแกรม 2

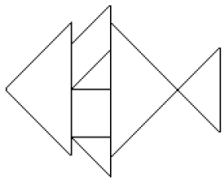
คำถาม นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับแทนแกรมกลุ่มละ 1 ชุด ให้นักเรียน ช่วยกันออกแบบรูปร่างที่สร้างจากรูปเรขาคณิตทั้ง 7 ชั้น โดยมีเงื่อนไขว่าแต่ละชั้นจะต้องไม่ขาดจากกันและไม่ซ้อนทับกัน ให้แต่ละกลุ่มวาดรูปที่สร้างได้ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลา 20 นาที พร้อมบอกสิ่งที่ลักษณะสิ่งที่สร้าง เช่น รูปแมว

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดคล่อง	3 คะแนน	นักเรียนเขียนภาพที่เกิดจากรูปเรขาคณิตทั้ง 7 ชั้น โดยแต่ละชั้นไม่ขาดจากกัน และไม่มีส่วนใดที่ซ้อนทับกันได้ ตั้งแต่ 5 รูปขึ้นไป
	2 คะแนน	นักเรียนเขียนภาพที่เกิดจากรูปเรขาคณิตทั้ง 7 ชั้น โดยแต่ละชั้นไม่ขาดจากกัน และไม่มีส่วนใดที่ซ้อนทับกันได้ ตั้งแต่ 3-4 รูป
	1 คะแนน	นักเรียนเขียนภาพที่เกิดจากรูปเรขาคณิตทั้ง 7 ชั้น โดยแต่ละชั้นไม่ขาดจากกัน และไม่มีส่วนใดที่ซ้อนทับกันได้ ตั้งแต่ 1-2 รูป
	0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถสร้างรูปได้

คำถามที่ 1 ให้นักเรียนวัดพื้นที่ของรูปเรขาคณิตทั้ง 7 ชั้นของชุดแทนแกรม โดยกำหนดหมายเลขประจำชั้นตามภาพ (หน่วยวัดเป็น tga)

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดยืดหยุ่น	3 คะแนน	นักเรียนหาพื้นที่ของแต่ละชั้นได้ถูกต้องครบถ้วนดังนี้
		ชั้นที่
		ขนาดพื้นที่(tga)
		1
		4 tga
		2
		4 tga
		3
		1 tga
		4
	2 tga	
	5	
	1 tga	
	6	
	2 tga	
	7	
	2 tga	
	2 คะแนน	นักเรียนหาพื้นที่ของแต่ละชั้นได้ถูกต้อง 5-6 รูป
	1 คะแนน	นักเรียนหาพื้นที่ของแต่ละชั้นได้ถูกต้อง 1-4 รูป
	0 คะแนน	นักเรียนหาพื้นที่ที่ไม่ถูกต้อง

คำถามที่ 2 ให้นักเรียนวัดพื้นที่ของรูปปลาต่อไปนี้ (หน่วยวัดเป็น tga) พร้อมเขียนคำอธิบายและวาดรูปชิ้นแทนแกรมที่นักเรียนวางเต็มตัวปลาลงในรูปต้นแบบ

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดริเริ่ม	3 คะแนน	นักเรียนหาพื้นที่ได้ $4 + 2 + 1 + 2 + 1 + 4 + 2 = 16$ tga เขียนคำอธิบายว่า 4 ได้มาจากชิ้นส่วนหมายเลขใดเป็นต้น และวาดรูปแบบการวางชิ้นส่วนลงในรูปปลาได้ดังนี้
		
	2 คะแนน	นักเรียนหาพื้นที่และวาดรูปได้ถูกต้องแต่ไม่ได้เขียนคำอธิบายว่าเลขที่นำมาบวกกันได้มาจากชิ้นใด
	1 คะแนน	นักเรียนหาพื้นที่ได้ถูกต้องแต่วาดรูปผิด หรือหาพื้นที่ผิดแต่วาดรูปถูก
	0 คะแนน	นักเรียนหาพื้นที่ที่ไม่ถูกต้องและวาดรูปไม่ได้

คำถามที่ 3 ให้นักเรียนวัดพื้นที่ของรูปวงกลมที่ล้อมรอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังกล่าว (หน่วยวัดเป็น tga) พร้อมเขียนคำอธิบายว่าพื้นที่ที่นักเรียนวัดได้นั้นเป็นพื้นที่ที่แน่นอนหรือใช้การประมาณค่า

หัวข้อที่วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
คิดละเอียดลออ	3 คะแนน	นักเรียนตอบได้ว่า <ul style="list-style-type: none"> ● พื้นที่ของวงกลมคือ 25 tga และ ● พื้นที่ที่หาได้เป็นพื้นที่โดยประมาณ และ ● ค่าประมาณของพื้นที่นั้นห่างมาจาก พื้นที่ของแทนแกรม 7 ชิ้นที่อยู่ภายในวงกลมรวมเพิ่มกับรูปสามเหลี่ยมเล็กที่มีพื้นที่ 1 tga อีก 12 รูป
	2 คะแนน	นักเรียนได้พื้นที่อยู่ในช่วง 24-26 tga และตอบได้ว่าเป็นพื้นที่โดยประมาณแต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้
	1 คะแนน	นักเรียนได้พื้นที่อยู่ในช่วง 24-26 tga
	0 คะแนน	นักเรียนหาพื้นที่ไม่ได้

คะแนนพฤติกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เอกสารเสริมสำหรับครู

ชุดกิจกรรมที่ 10 เรื่อง แทนแกรม

1. ในกิจกรรมการเรียนการสอนชุดนี้จะใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Complex Instruction ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มมากกว่าทำรายบุคคล เน้นการทำงานที่มีการประสานสัมพันธ์ระหว่างความรู้และทักษะหลายประเภท

2. เนื้อหาที่ใช้ในชุดกิจกรรมนี้จะเป็นเรื่องของปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape) ซึ่งจะเป็นการนำความรู้เรื่องเรขาคณิตมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์

3. คำถามในขั้นนำ จะเป็นคำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียน ให้เห็นความสำคัญของเรขาคณิตในชีวิตประจำวัน

4. คำถามในขั้นสอน นักเรียนจะได้เข้ากลุ่มและทำกิจกรรม ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้อ่านและทำความเข้าใจโจทย์ร่วมกัน ให้นักเรียนดำเนินการตามคำสั่ง แล้วเขียนผลการสำรวจ ซึ่งครูไม่ควรชี้แนะใดๆ เพราะคำถามในกิจกรรมชุดนี้จะเป็นคำถามปลายเปิดประเภท กระบวนการเปิด ซึ่งนักเรียนต้องระดมสมองช่วยกันคิดว่าวิธีที่จะทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

5. ครูบันทึกคะแนนพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คะแนนเต็ม 15 คะแนน

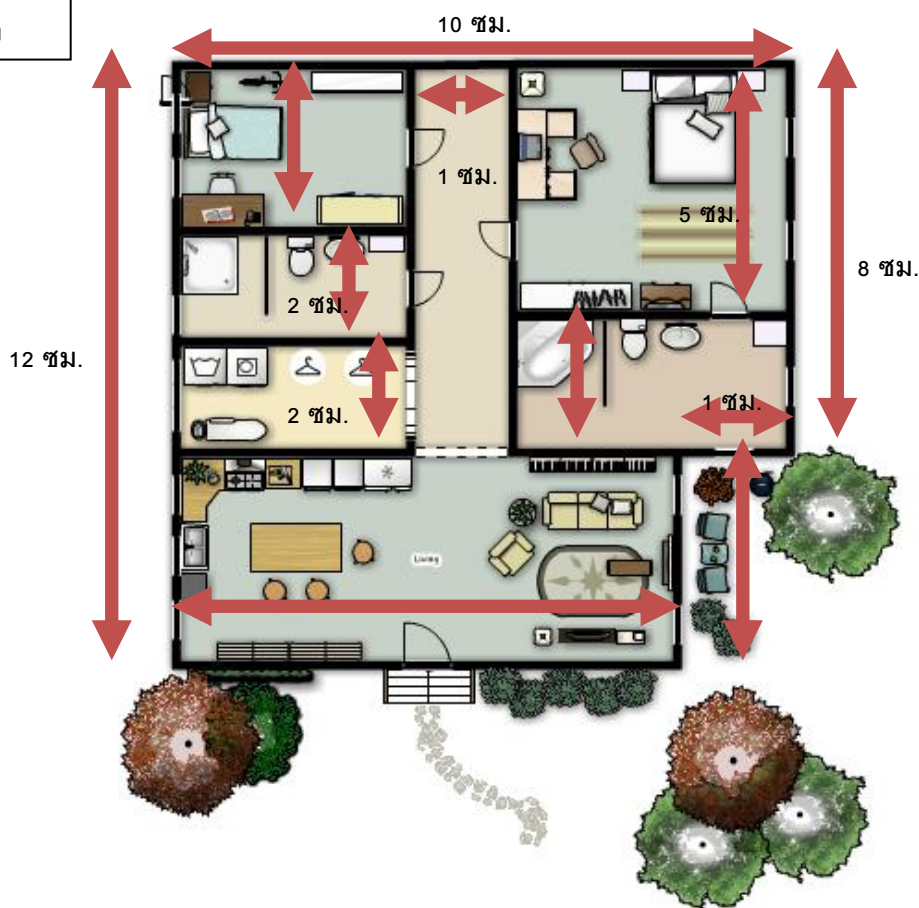
เวลา 1 ชั่วโมง

ชื่อ.....

คำชี้แจง แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดนี้มีจำนวน 5 ข้อ ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบอย่างละเอียด

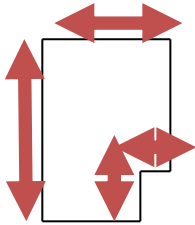
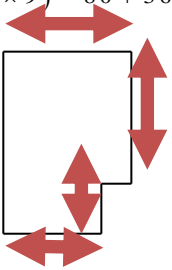
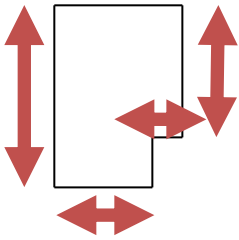
1. ให้นักเรียนคำนวณหาพื้นที่แปลนบ้านเดี่ยวของภาพด้านล่าง โดยใช้ความยาวด้านเพียง 4 ด้าน ในการคำนวณหาพื้นที่ โดยกำหนดให้มาตราส่วน 1 ซม. เท่ากับ 1 ม. (เขียนหมายเลข 1-4 กำกับด้านที่นักเรียนเลือกลงบนแปลนด้านล่าง)

รูปแสดงแปลนบ้านเดี่ยว



เกณฑ์คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ข้อ 1

ระดับคะแนน	เกณฑ์คำตอบ
3 คะแนน	<p>เมื่อนักเรียนคำนวณหาพื้นที่โดยใช้ด้านเพียง 4 ด้าน ดังนี้ เลือกด้านตามลูกศร จะได้พื้นที่ดังนี้</p> $(12 \times 10) - (1 \times 4) = 120 - 4 = 116 \text{ ตร.ม.}$  <p>หรือ</p> <p>เลือกด้านตามลูกศร จะได้พื้นที่ดังนี้ $(10 \times 8) + (4 \times 9) = 80 + 36 = 116$ ตร.ม.</p>  <p>หรือ</p> <p>เลือกด้านตามลูกศร จะได้พื้นที่ดังนี้</p> $(12 \times 9) + (1 \times 8) = 108 + 8 = 116 \text{ ตร.ม.}$ 
2 คะแนน	นักเรียนสามารถหาพื้นที่โดยใช้ด้านเพียง 4 ด้าน และได้คำตอบตาม ด้านบน แต่ไม่ได้ตอบหน่วยเป็นตารางเมตร
1 คะแนน	นักเรียนใช้ด้านหาพื้นที่มากกว่า 4 ด้าน แต่สามารถหาพื้นที่ได้ 116 ตร.ม.
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถหาพื้นที่ของรูปที่กำหนดให้ได้

ข้อ 2

ระดับคะแนน	เกณฑ์คำตอบ
3 คะแนน	เมื่อนักเรียนตั้งคำถามที่ตอบเพียง “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แล้วได้คำตอบคือ 623 และใช้ข้อความไม่เกิน 8 ข้อ
2 คะแนน	เมื่อนักเรียนตั้งคำถามที่ตอบเพียง “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แล้วได้คำตอบคือ 623 และใช้ข้อความมากกว่า 8 ข้อ แต่ไม่เกิน 10 ข้อ
1 คะแนน	เมื่อนักเรียนตั้งคำถามที่ตอบเพียง “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แล้วได้คำตอบคือ 623 และใช้ข้อความมากกว่า 10 ข้อ
0 คะแนน	เมื่อนักเรียนตั้งคำถามที่ตอบเพียง “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่ไม่ได้คำตอบเป็น 623

ข้อ 3

ระดับคะแนน	เกณฑ์คำตอบ
3 คะแนน	<p>เมื่อนักเรียนตอบว่าจุด D อยู่กึ่งกลาง AC เพราะจะทำให้ EF และ DF มีความยาวมากที่สุดส่งผลให้พื้นที่สี่เหลี่ยม EDFB ที่เกิดจากผลคูณของด้าน EF และ DF มีพื้นที่มากที่สุด</p> <p>หรือ</p> <p>เมื่อนักเรียนตอบว่าจุด D อยู่กึ่งกลาง AC เพราะสี่เหลี่ยม EDFB จะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งจะมีพื้นที่มากที่สุด เมื่อเทียบกับพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า กรณีความยาวรอบรูปเท่ากัน</p>
2 คะแนน	เมื่อนักเรียนตอบว่าจุด D อยู่กึ่งกลาง AC จะทำให้สี่เหลี่ยม EDFB มีพื้นที่มากที่สุด แต่อธิบายเหตุผลไม่ชัดเจน
1 คะแนน	เมื่อนักเรียนแสดงร้อยรอยการเปรียบเทียบพื้นที่ของสี่เหลี่ยม EDFB กรณีเลื่อนจุด D ไปตำแหน่งต่างๆ แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่า จุด D อยู่กึ่งกลางจึงจะมีพื้นที่มากที่สุด
0 คะแนน	เมื่อนักเรียนไม่ได้แสดงร้อยรอยการเปรียบเทียบพื้นที่ของสี่เหลี่ยม EDFB

ข้อ 4

ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน
3 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนสร้างจะต้อง มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วไม่ต่ำกว่า 3 ระยะ <u>และ</u> สถานการณ์ที่สร้างมีความสอดคล้องกับกราฟที่วาด
2 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนสร้างจะต้อง มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วไม่ต่ำกว่า 3 ระยะ <u>หรือ</u> สถานการณ์ที่สร้างมีความสอดคล้องกับกราฟที่วาด
1 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนสร้างจะต้อง มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วไม่ต่ำกว่า 2 ระยะ <u>หรือ</u> สถานการณ์ที่สร้างมีความสอดคล้องกับกราฟที่วาดเพียงบางช่วงเวลา
0 คะแนน	สถานการณ์ที่นักเรียนสร้าง มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราเร็วไม่ถึง 2 ระยะ <u>หรือ</u> สถานการณ์ที่สร้างไม่มีความสอดคล้องกับกราฟที่วาด

ข้อ 5

ระดับคะแนน	เกณฑ์คะแนน																																																						
3 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนรูปแบบของจำนวนที่เป็นไปได้ที่จะเติมลงในรูป ก และรูป ข ได้อย่างละ 2 รูปแบบขึ้นไป ดังนี้ รูป ก <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>3</td><td>12</td><td>9</td> <td>6</td><td>12</td><td>6</td> <td>2</td><td>12</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>10</td><td></td><td>21</td> <td>10</td><td></td><td>21</td> <td>10</td><td></td><td>21</td> </tr> <tr> <td>7</td><td>19</td><td>12</td> <td>4</td><td>19</td><td>15</td> <td>8</td><td>19</td><td>11</td> </tr> </table> รูป ข <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>7</td><td>15</td><td>8</td> <td>6</td><td>15</td><td>9</td> <td>4</td><td>15</td><td>11</td> </tr> <tr> <td>11</td><td></td><td>20</td> <td>11</td><td></td><td>20</td> <td>11</td><td></td><td>20</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>16</td><td>12</td> <td>5</td><td>16</td><td>11</td> <td>7</td><td>16</td><td>9</td> </tr> </table>	3	12	9	6	12	6	2	12	10	10		21	10		21	10		21	7	19	12	4	19	15	8	19	11	7	15	8	6	15	9	4	15	11	11		20	11		20	11		20	4	16	12	5	16	11	7	16	9
3	12	9	6	12	6	2	12	10																																															
10		21	10		21	10		21																																															
7	19	12	4	19	15	8	19	11																																															
7	15	8	6	15	9	4	15	11																																															
11		20	11		20	11		20																																															
4	16	12	5	16	11	7	16	9																																															
2 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนรูปแบบของจำนวนที่เป็นไปได้ที่จะเติมลงในรูป ก และรูป ข ได้อย่างละ 1 รูป																																																						
1 คะแนน	เมื่อนักเรียนเขียนรูปแบบของจำนวนที่เป็นไปได้ที่จะเติมลงในรูป ก หรือรูป ข ได้อย่างละ 1 รูป																																																						
0 คะแนน	นักเรียนไม่สามารถเขียนรูปแบบของจำนวนที่จะเติมลงในรูป ก และรูป ข ได้ถูกต้อง																																																						

ภาคผนวก จ
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผศ.ดร.อารีรักษ์ ชัยวร

อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อ.เมือง
จ. ชลบุรี

2. ดร.นาคนิมิต อรรคศรีวร

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี อ.เมือง จ.จันทบุรี

3. นางสาวจิราภรณ์ จันทกิจ

ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนขลุงรัชดาภิเษก อ.ขลุง จ.จันทบุรี