



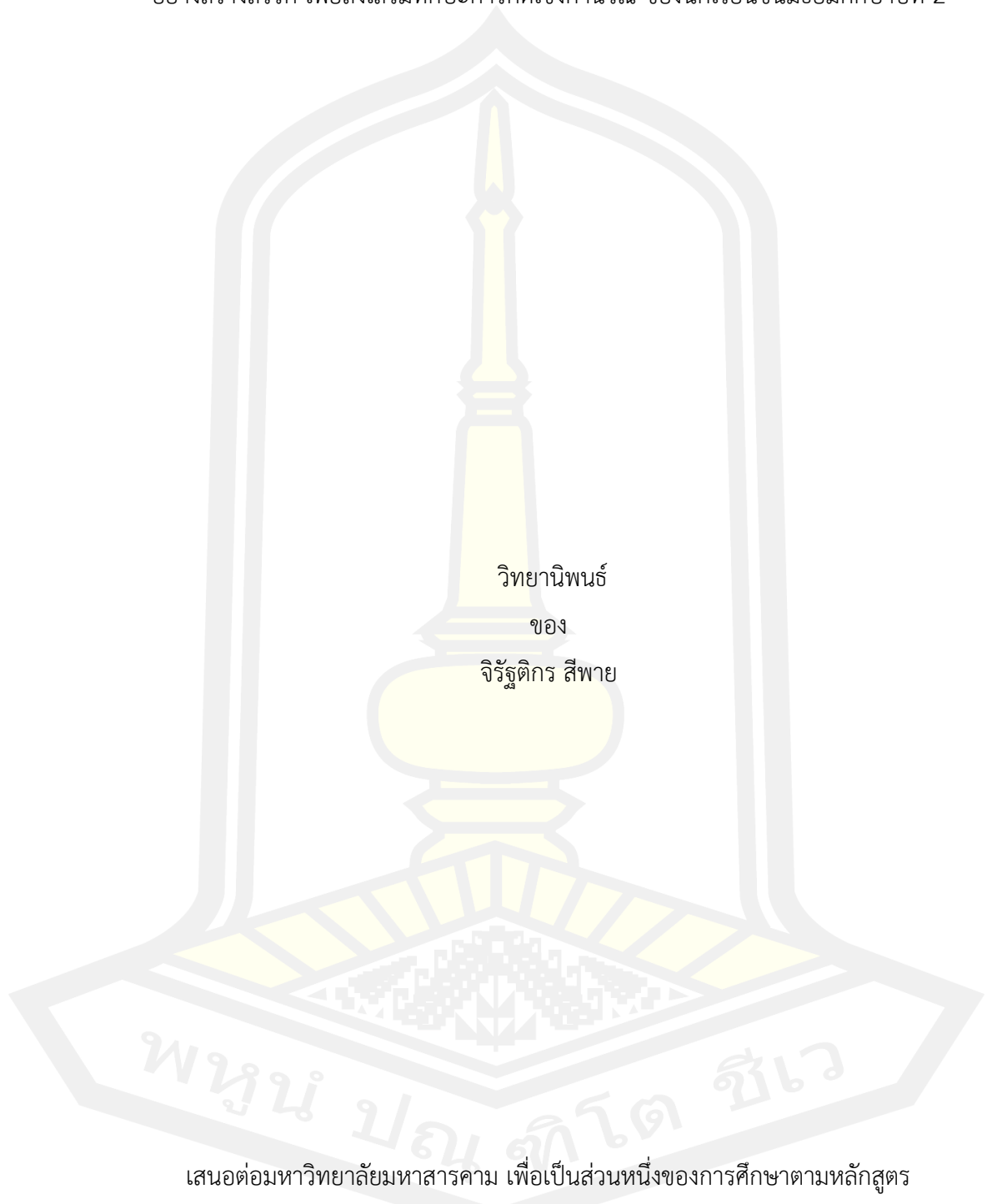
การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิทยานิพนธ์
ของ
จิรัฐติกร สีพาย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
กันยายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



วิทยานิพนธ์
ของ
จิรัฐติกร สีพาย

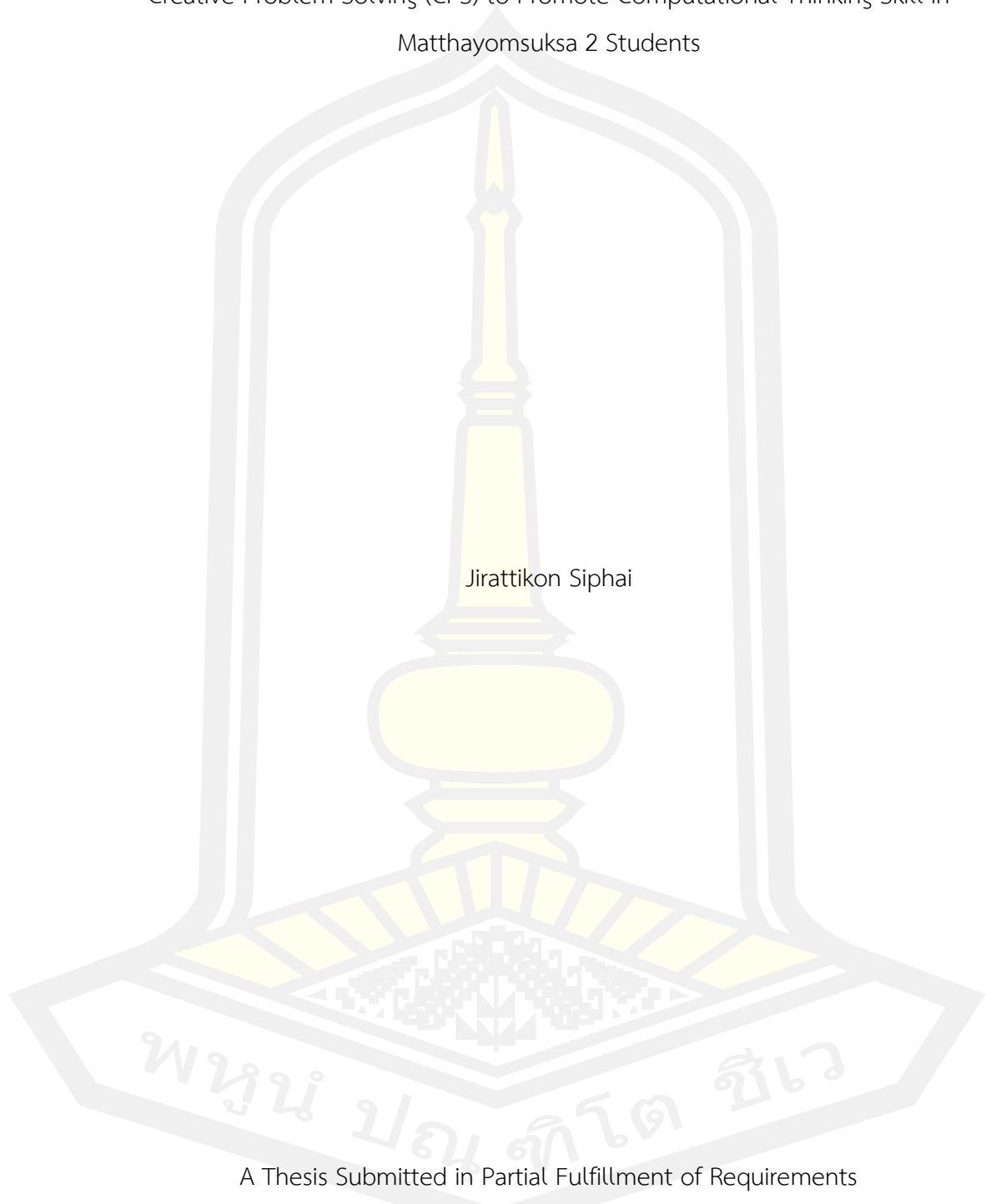
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กันยายน 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Mathematics Learning Activities by using Inquiry Process with
Creative Problem Solving (CPS) to Promote Computational Thinking Skill in
Matthayomsuksa 2 Students

Jirattikon Siphai



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

September 2022

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายจิรัฐติกร สีพาย แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. มนตรี ทองมูล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร)

..... กรรมการ

(รศ. ดร. มนตรี วงษ์สะพาน)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแหง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2		
ผู้วิจัย	จิรัฐติกร สีพาย		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

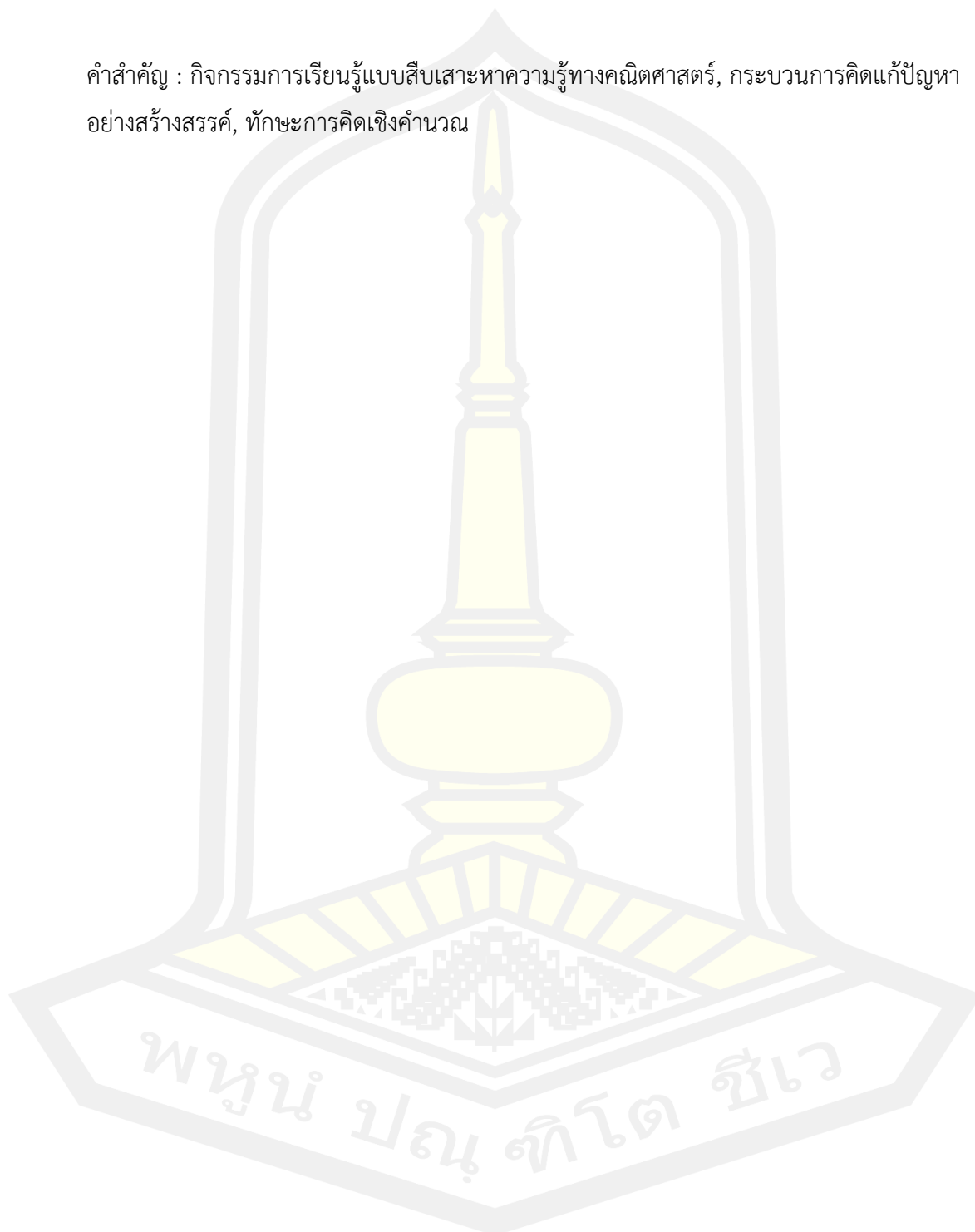
บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ จำนวน 7 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 7 ชั่วโมง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One Sample t-test

ผลการศึกษาพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.77/77.45 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีทักษะในการคิดเชิงคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่าง

สร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์, กระบวนการคิดแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์, ทักษะการคิดเชิงคำนวณ



TITLE	The Development of Mathematics Learning Activities by using Inquiry Process with Creative Problem Solving (CPS) to Promote Computational Thinking Skill in Matthayomsuksa 2 Students		
AUTHOR	Jirattikon Siphai		
ADVISORS	Assistant Professor Kanyarat Cojorn , Ed.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2022

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop mathematics learning activities on statistics by using inquiry process with Creative Problem Solving (CPS) to promote computational thinking skills in Matthayomsuksa 2 students to be effective according to the 70/70 criteria, 2) to compare computational thinking skills with 70 percent of criteria and 3) to compare the learning achievement with 70 percent of criteria. The samples were 41 Matthayomsuksa 2/3 students at Maharakham University Demonstration School (Secondary) which obtained by cluster random sampling. The instruments used in the experiments were 7 lesson plans based on inquiry process with CPS, total 7 hours and the instruments used to collect the data were a computational thinking skills assessment, learning achievement test. The statistics manipulated for the data were percentage, mean, standard deviation, and one-sample t-test.

The results revealed as follows: 1) The results of the mathematics learning activities by using the inquiry process with CPS to promote computational thinking skills in Matthayomsuksa 2 students on statistics had had the efficiency at 76.77/77.45, which higher than the set criteria of 70/70. 2) Matthayomsuksa 2 students who studied through mathematics learning activities by using inquiry process with CPS had computational thinking skills higher than the criteria of 70

percent with a statistically significant at the level of .05. 3) Matthayomsuksa 2 students who studied through mathematics learning activities by using inquiry process with CPS had the learning achievement higher than the criteria of 70 percent with a statistically significant at the level of .05.

Keyword : inquiry process, Creative Problem Solving, Computational thinking skill



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคนจร อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความรู้และคำแนะนำตลอดช่วงเวลาในการศึกษาในมหาวิทยาลัยแห่งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูและนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็น สถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัย ที่ให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำการวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้วิจัย

จิรัฐติกร สีพาย

พหุบัณฑิต ชีวะ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ต
บทที่ 1	1
บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	5
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	5
3. ระยะเวลาทำการวิจัย.....	5
4. ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10

1. หลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง ตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)	10
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์	19
3. กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	23
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	31
5. การคิดเชิงคำนวณ	36
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	53
7. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2)	64
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	70
8.1 งานวิจัยในประเทศ	70
8.2 งานวิจัยต่างประเทศ	72
9. กรอบแนวคิดในการวิจัย	75
บทที่ 3	76
วิธีดำเนินการวิจัย	76
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	76
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	76
3. การสร้างและคุณภาพเครื่องมือ	77
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	93
4.1 แบบแผนการวิจัย	93
4.2 วิธีการดำเนินการ	93
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	94
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	95
6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ	95

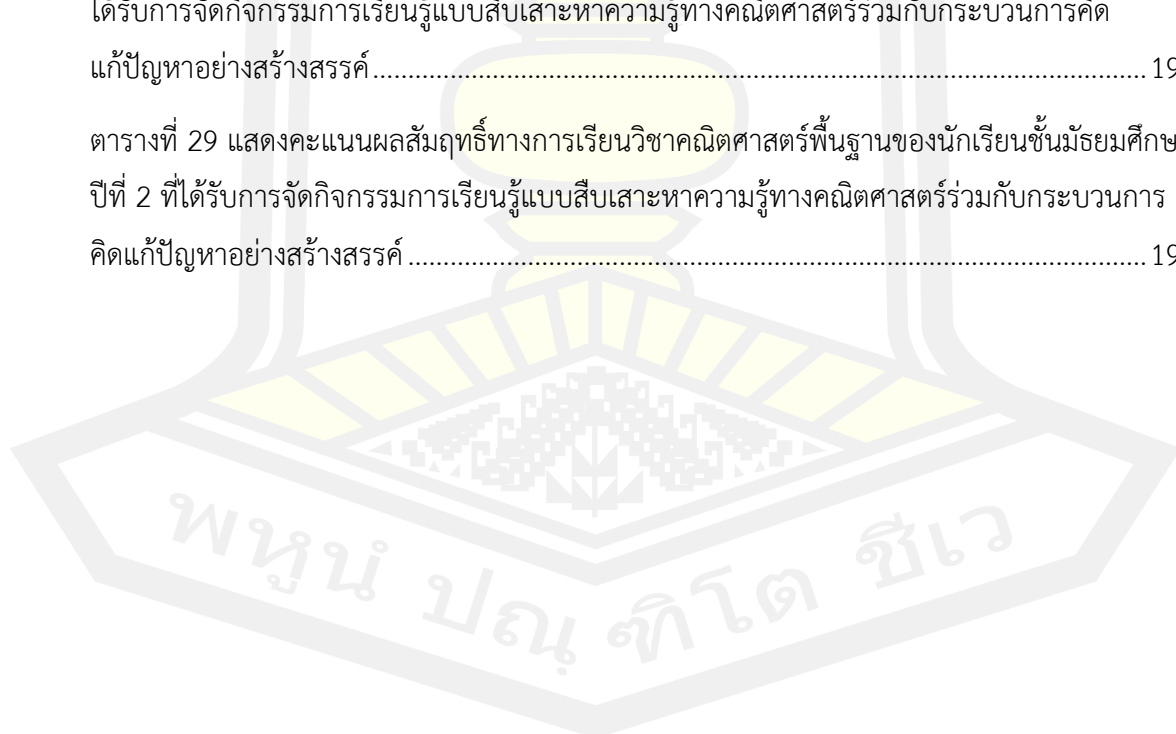
6.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้	98
บทที่ 4	103
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	103
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	103
2. ลำดับชั้นที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	104
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	104
บทที่ 5	111
สรุปผล อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ	111
1. ความมุ่งหมายของการวิจัย	111
2. สรุปผล	111
3. อภิปรายผล	112
4. ข้อเสนอแนะ	116
4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป	116
4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	117
บรรณานุกรม	118
ภาคผนวก	127
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	128
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	130
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ	170
ภาคผนวก ง ตัวอย่างภาพกิจกรรม	190
ภาคผนวก ฉ ผลการตรวจคะแนน	193
ภาคผนวก ช หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	199
ประวัติผู้เขียน	203

สารบัญตาราง

หน้า

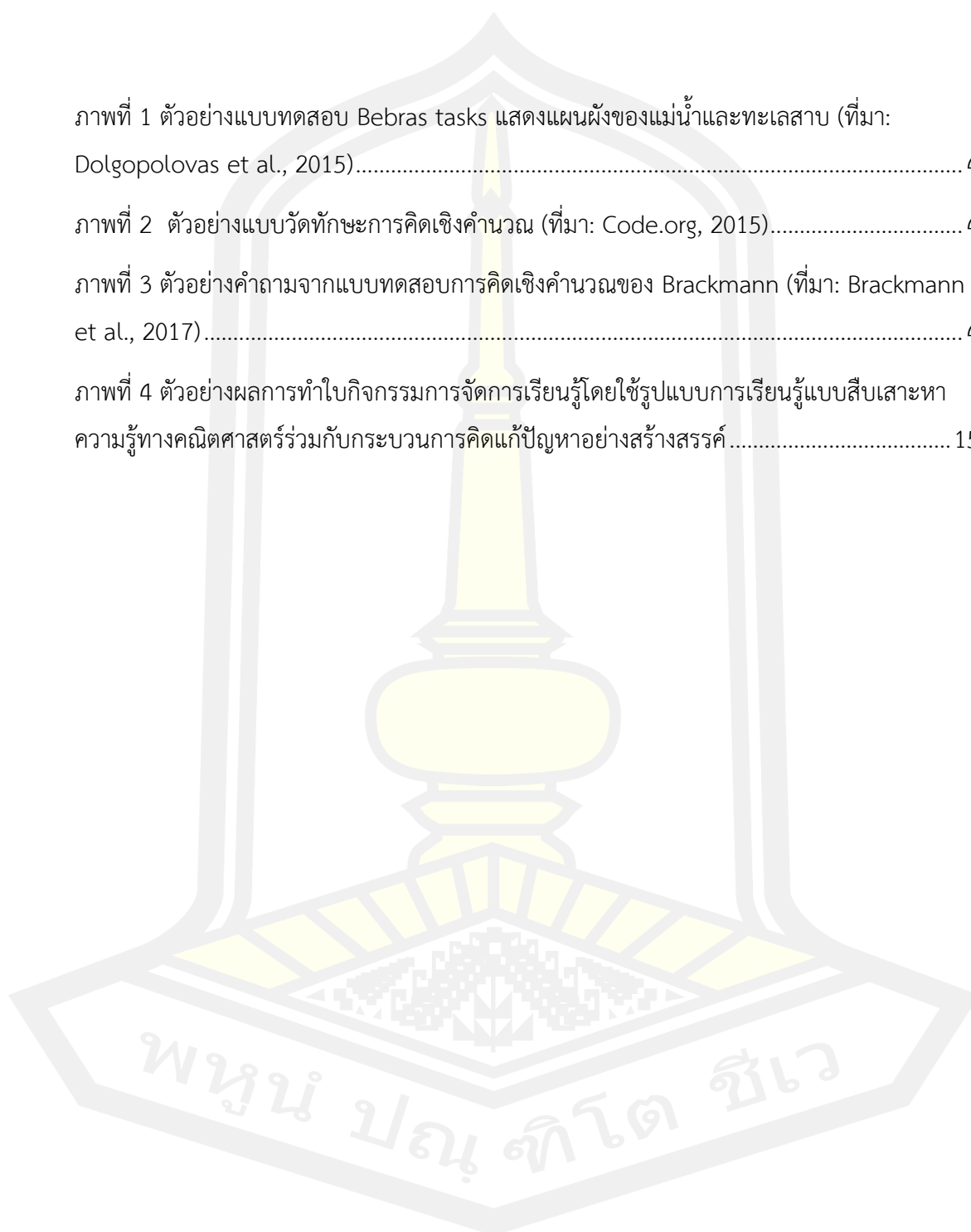
ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564 . 17	
ตารางที่ 2 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564 . 18	
ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์..... 33	
ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดเชิงคำนวณและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม . 38	
ตารางที่ 5 เกณฑ์คะแนนแบบรูบริคของแบบทดสอบการค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดของ Rodriguez 46	
ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และทักษะการคิดเชิงคำนวณ 47	
ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และทักษะการคิดเชิงคำนวณ 49	
ตารางที่ 8 แสดงอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม (นันทภัส นิยมทรัพย์, 2560).... 57	
ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และชั่วโมงเรียน 78	
ตารางที่ 10 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อของแบบวัดความสามารถที่ต้องการให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้..... 85	
ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของ Rodriguez (2015)..... 87	
ตารางที่ 12 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์..... 90	
ตารางที่ 13 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Only Design..... 93	
ตารางที่ 14 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ 105	

ตารางที่ 23 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	183
ตารางที่ 24 แสดงสรุปผลการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยแยกเป็นรายด้าน.....	185
ตารางที่ 25 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	186
ตารางที่ 26 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	187
ตารางที่ 27 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน.....	188
ตารางที่ 28 แสดงคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	194
ตารางที่ 29 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	198



สารบัญรูปลูกภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ตัวอย่างแบบทดสอบ Bebras tasks แสดงแผนผังของแม่น้ำและทะเลสาบ (ที่มา: Dolgopolovas et al., 2015).....	41
ภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ (ที่มา: Code.org, 2015).....	42
ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำถามจากแบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณของ Brackmann (ที่มา: Brackmann et al., 2017).....	44
ภาพที่ 4 ตัวอย่างผลการทำใบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	155



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับตัวเลข การคำนวณ การใช้เหตุผลและผลในการแก้ปัญหาที่มีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างยิ่ง ทั้งช่วยในการพัฒนากระบวนการคิดของมนุษย์ให้มีความคิดที่สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระเบียบแบบแผนมากขึ้น และช่วยให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ต่างๆ ได้ละเอียดรอบคอบ อันจะนำมาซึ่งการคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ เปิดโอกาสให้เยาวชนได้นำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญและเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษาหรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ประกอบด้วย จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น แคลคูลัส ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในแต่ละสาระก็จะมีเนื้อหา รายละเอียดที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้เรียนจำเป็นจะต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

เรื่อง สถิติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความละเอียดและซับซ้อนจากการทำความเข้าใจเรื่องรูปแบบของการคิดแก้ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบตายตัว ผู้เรียนจะต้องใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์เป็นการคิดที่มีระบบ มีเหตุผลในการตัดสินใจแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดอย่างหนึ่งที่ควรปลูกฝังให้กับพลเมืองในประเทศ เนื่องจากการคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถพื้นฐานที่มนุษย์ทุกคนควรมีเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาที่พบทั่วไปในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการคิดเชิงคำนวณเกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา การออกแบบระบบต่าง ๆ และความเข้าใจในการทำงาน โดยใช้กรอบแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งสอดคล้องกับองค์ความรู้ทางการศึกษา Wing (2006) ในประเทศอังกฤษได้นำเสนอว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นวิธีการคิดที่ช่วยให้มนุษย์สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือช่วยแก้ปัญหาหรือไม่ก็ได้ Barefoot (2014) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนว่าการคิดเชิงคำนวณเกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหา การเข้าใจรูปแบบของสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนสามารถใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาได้ (Gonzalez, Gonzalez, & Fernandez, 2016)

การคิดเชิงคำนวณนั้นจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนในปัจจุบัน เนื่องจากผู้เรียนจะต้องเผชิญกับปัญหาในโลกความเป็นจริงจึงต้องพิจารณาปัญหา สามารถจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทดสอบแผนการดำเนินงานแก้ไขปัญหาเพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดและปรับแก้ไขแผนการดำเนินงานให้ดีขึ้น (McKenna, 2017) แม้ว่าทักษะการคิดเชิงคำนวณจะถูกส่งเสริมในแวดวงสาระวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ แต่มีความจำเป็นที่ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้กับนักเรียนในสาระวิชาอื่น ๆ ที่หลากหลายไม่ใช่เพียงแต่ในสาระวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Yadav et al., 2011) โดยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันโจทย์ปัญหาส่วนใหญ่มีความซับซ้อนทั้งในด้านการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาด้านการคำนวณหรือด้านการหาวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งการคิดเชิงคำนวณเป็นการแก้ปัญหาที่มีลักษณะพิเศษคือประยุกต์ใช้หลักการของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย การกำหนดสาระสำคัญหรือคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การย่อยปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ

ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ทางวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จตามที่มุ่งหวัง ซึ่งจะเห็นได้จากสถิติทางการศึกษาของนักเรียนโดยค่าสถิติผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2563 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 25.46 คะแนนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนนซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) นอกจากนี้จากการรายงานผลของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จังหวัดมหาสารคาม ได้รายงานผลคะแนนการทดสอบบรวาวิชาคณิตศาสตร์ดังนี้ ปีการศึกษา 2562 มีค่าเฉลี่ย 49.63 คะแนนและปีการศึกษา 2563 มีค่าเฉลี่ย 39.16 คะแนน ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยลดลงอย่างต่อเนื่อง และคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 (โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม), 2562) ทั้งนี้อาจเกิดจากสาเหตุ ครูไม่เข้าใจวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและครูผู้สอนส่วนใหญ่ขาดทักษะในการสอนให้ผู้เรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์ ประกอบกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้มีมาก ทำให้ครูเร่งรีบและกังวลกับการสอนเนื้อหาให้ครบมากกว่าการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ ทำให้การเรียนการสอนของประเทศไทยในปัจจุบันยังใช้วิธีการที่ครูเป็นผู้อธิบายเป็นส่วนใหญ่ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนท่องจำ ไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนขาดความกระตือรือร้นและขาดความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน (ทีศนาฯ แชมมณี, 2550) เมื่อนักเรียนถูกจำกัดความคิดจึงทำให้คิดไม่เป็น ขาดการคิดวิเคราะห์ ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ใช้แต่วิธีแก้ปัญหาเดิม ๆ ในการแก้ปัญหา ไม่มีการหาวิธีแก้ปัญหาใหม่ๆมาใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งอาจจะทำให้เด็กขาดทักษะในการคิดเชิงคำนวณ

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์และการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างเป็นระบบของผู้เรียนได้ดี เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการเรียนรู้แบบกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ได้ลองหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวเองและกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นก็เป็นการให้นักเรียนได้ฝึกคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ และสามารถนำมาแก้ปัญหานั้นได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและมีอิสระในการคิดการแสดงออกที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และสร้างองค์ความรู้ใหม่ รวมทั้งให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มที่ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1.) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2.) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 3.) ขั้นสรุป 4.) ขั้นฝึกทักษะ 5.) ขั้นนำความรู้ไปใช้ และ 6.) ขั้นประเมินผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ซึ่งมันยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาในทักษะการคิดเชิงคำนวณเพราะยังขาดการพัฒนาในด้านการทำความเข้าใจเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา ด้านการคิดหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และในด้านการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาหาเทคนิคหรือกระบวนการต่าง ๆ ที่นำไปใช้กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สามารถพัฒนาต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณได้อย่างครบถ้วนทุกองค์ประกอบ

โดยผู้วิจัยได้นำกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาใช้ในจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ที่มาจากแนวคิดใหม่ ๆ อย่างหลากหลาย ประกอบด้วยความคิดเอกลักษ์ที่อาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมและคิดอเนกนัยจากความคิดสร้างสรรค์ ที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม เพื่อนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ Treffinger, Isaksen and Dorval (2003) ได้นำเสนอขั้นตอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1.) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2.) ขั้นรวบรวมความคิด 3.) ขั้นเตรียมก่อนลงมือ และ 4.) ขั้นการวางแผนการดำเนินการ ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นพัฒนาต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ ไม่ว่าจะเป็นในด้านการทำความเข้าใจเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา ด้านการคิดหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และในด้านการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใส่ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาเรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ เนื่องจากจัดการเรียนรู้

แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสำคัญ คือ การสอนที่ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและนำความรู้ไปแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้และอีกวิธีที่จะช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น คือกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีความรอบคอบ วางแผนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และนำทักษะ ความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสำคัญดังนี้

1. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ได้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเป็นแนวทางในการกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป
2. ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 5 ห้อง จำนวน 163 คน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง สถิติ

3. ระยะเวลาทำการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 7 ชั่วโมง

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นหาความรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งวิทยาการต่าง ๆ ที่หลากหลาย เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดลำดับขั้นตอนการสอนไว้ดังนี้

1) **ขั้นทบทวนความรู้เดิม** เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่โดยยกสถานการณ์ต่าง ๆ หรือให้ตัวอย่างแก่นักเรียน ใช้บทสนทนาถามตอบในสิ่งที่เรียนรู้แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมพร้อมในชั่วโมงเรียน

2) **ขั้นสอนเนื้อหาใหม่** เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ผ่านสื่อการสอน โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ

3) **ขั้นสรุป** เป็นขั้นที่ครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหากิจกรรมในชั้นเรียนที่จัดขึ้นในขั้นสอนเนื้อหาใหม่จนนักเรียนได้ข้อสรุปของเนื้อหา

4) **ขั้นฝึกทักษะ** เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำความรู้หรือทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นการสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุป นำมาใช้ให้เกิดความชำนาญโดยครูนำแบบฝึกทักษะที่เป็นโจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากตัวอย่างที่ให้มาให้นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหา

5) **ขั้นนำความรู้ไปใช้** เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้จะนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ถูกต้อง โดยครูนำโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นหรือโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา

6) **ขั้นประเมินผล** เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยครูนำแบบทดสอบท้ายคาบหรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอนมาให้นักเรียนทดสอบหรือทำและครูนำไปตรวจสอบเพื่อประเมินผล

2. **กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์** หมายถึง กระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนที่มาจากแนวคิดใหม่ ๆ อย่างหลากหลาย ประกอบด้วยการคิดเอกลัษณ์ที่อาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมและคิดอเนกนัยจากความคิดสร้างสรรค์ที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสมเพื่อนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งแบ่งได้ 4 ขั้นตอน

1) **ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understand the Challenge)** เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการหาข้อมูลที่เป็น

ประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญหา องค์ประกอบหลักของปัญหาและปัญหาที่แท้จริงที่จะต้องแก้ไข โดยครูใช้คำถามเพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ดีหรือเร็วยิ่งขึ้น

2) ขั้นรวบรวมความคิด (Generating ideas) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้คิด ศึกษา ค้นคว้าหาวิธีแก้ไขปัญหาต่างๆในรูปแบบหลากหลายวิธีที่สามารถนำมาแก้ไขปัญหาได้หรือจะเป็นการคิดวิธีการแก้ปัญหาขึ้นมาใหม่ที่ต่างออกไปจากวิธีเดิม ๆ โดยครูรออำนวยความสะดวกแก่การค้นหา ข้อมูลของนักเรียน

3) ขั้นเตรียมก่อนลงมือ (Preparing for Action) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้หรือความคิดต่าง ๆ ที่รวบรวมได้มาปรับหรือประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิดวิธีการแก้ปัญหาที่ดีหรือเหมาะสมกับการแก้ปัญหาและศึกษาหาแนวโน้มความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหานั้นจะสามารถแก้ปัญหาได้ โดยครูใช้คำถามเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนและแนวโน้มที่มีความเป็นไปได้

4) ขั้นการวางแผนการดำเนินการ (Planning your approach) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำการสำรวจวิธีการแก้ปัญหาว่าดำเนินมาถูกทิศทางหรือไม่และออกแบบหรือสร้างลำดับวิธีขั้นตอนในการแก้ปัญหา ก่อนที่จะลงมือแก้ไขปัญหาโดยครูใช้คำถามเกี่ยวกับลำดับวิธีขั้นตอนของการแก้ปัญหาของนักเรียน

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย และสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีหรือที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งการจัดการเรียนรู้ แบ่งขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.) ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่โดยยกสถานการณ์ต่าง ๆ หรือให้ตัวอย่างแก่นักเรียน ใช้บทสนทนาถามตอบในสิ่งที่เรียนรู้แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในชั่วโมงเรียน

2.) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้แก่ นักเรียนในรูปแบบใบกิจกรรมกลุ่ม เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา โดยการนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหามาใช้กับสถานการณ์ข้างต้น หลังจากนั้นครูก็ทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ผ่านสื่อการสอนโดยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาและการแก้ปัญหา พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ

3.) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหากิจกรรมในชั้นเรียนที่จัดขึ้นในขั้นสอนเนื้อหาใหม่และในขั้นนี้จะให้นักเรียนนำเสนอสถานการณ์ที่ได้เสนอไปในขั้นสอนเนื้อหาใหม่นำมาแก้ปัญหาโดยนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาใช้ในการแก้ปัญหา

โดยเริ่มจากชั้นที่ 2 ขึ้นรวบรวมความคิด ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันรวบรวมความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาต่างๆที่สามารถนำมาแก้ปัญหาของสถานการณ์ได้ ในส่วนชั้นที่ 3 ขึ้นเตรียมก่อนลงมือให้นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่นักเรียน ได้คิดหรือสืบค้นในชั้นสรุปมาคัดเลือกหรือคัดกรองหาวิธีที่มีแนวโน้มในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดและในชั้นที่ 4 ให้นักเรียนเขียนออกแบบลำดับขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้เลือกหลังจากนั้นนำลำดับวิธีขั้นตอนในการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์ เมื่อแก้ปัญหาของสถานการณ์การเสร็จครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาจนนักเรียนได้ข้อสรุปของเนื้อหา

4.) **ขั้นฝึกทักษะ** เป็นขั้นที่นักเรียนจะนำความรู้หรือ ทฤษฎีบทที่ได้จากชั้นการสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุป นำมาใช้ให้เกิดความชำนาญ โดยครูนำแบบฝึกทักษะที่เป็นสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างจากตัวอย่าง ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาและได้ฝึกใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจกับปัญหาที่แท้จริง จากนั้นนักเรียนทำการรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ และพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสมพร้อมทั้งตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา แล้วนำมาเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยระหว่างที่นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาครูจะเรียกหรือใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

5.) **ขั้นนำความรู้ไปใช้** เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนได้นำความรู้ที่ได้จากขั้นฝึกทักษะมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นหรือสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ซึ่งในการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ที่ได้จากขั้นฝึกทักษะมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา เริ่มจากการให้นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหาที่แท้จริง จากนั้นรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ และพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสมพร้อมทั้งตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา แล้วนำมาเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

6.) **ขั้นประเมินผล** เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งแบบทดสอบหรือใบงานจะใช้คำถามในเนื้อหาที่สอนมาให้นักเรียนทดสอบหรือทำ และครูนำไปตรวจสอบเพื่อประเมินผล

4. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Skill) หมายถึง ทักษะที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ข้อมูลและรายละเอียดปัญหา หาความสัมพันธ์ของปัญหาและวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อให้วิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นรูปแบบที่ผู้แก้ปัญหาสามารถปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

4.1) การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) คือ ความสามารถในการแบ่งหรือจำแนกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย เพื่อการจัดการได้ง่ายขึ้น

4.2) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) คือ ความสามารถในการมุ่งคิดไปที่ข้อมูลสำคัญของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา โดยตัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป

4.3) การหารูปแบบ (Pattern recognition) คือความสามารถในการพิจารณาหารูปแบบแนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของข้อมูล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการแก้ปัญหา

4.4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms) คือ ความสามารถในการคิดค้นและสร้างลำดับขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา

ซึ่งทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถวัดโดยใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย 3 สถานการณ์ ซึ่งในแต่ละข้อจะประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ (การย่อยปัญหา การคิดเชิงนามธรรม การหารูปแบบและการออกแบบขั้นตอนวิธี)

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการจัดการเรียนรู้ที่วัดได้จากการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูม แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้และการวิเคราะห์ โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

6. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หมายถึง ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเป็นนวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1) เกณฑ์ 70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำใบงานในชั้นเรียนและแบบทดสอบย่อยท้ายแผน ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้สัดส่วน 60:40 ตามลำดับ ที่มีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

6.2) เกณฑ์ 70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสัดส่วน 50:50 ตามลำดับ หากค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ส่งเสริมต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สถิติ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยในครั้งนี้ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง ตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ฝายมัธยม
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์
3. กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
5. การคิดเชิงคำนวณ
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2)
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง ตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝายมัธยม)

1.1 หลักการ

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝายมัธยม) เป็นหลักสูตรที่จัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ มีจุดเด่นที่เน้นการพัฒนาผู้เรียนตามความถนัดและตามศักยภาพ ตอบสนองความต้องการในการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาและการประกอบอาชีพใน

อนาคต ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนและประสบการณ์สร้างเจตคติที่ดีต่อการใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศ นวัตกรรม ส่งเสริมการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถดึงศักยภาพของผู้เรียนตามความสนใจและความถนัด ปลุกฝังคุณธรรม จริยธรรมและถ่ายทอดวัฒนธรรม ออกลักษณะสู่มาตรฐานสากล

2.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2.2.1 เป็นหลักสูตรที่เน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเจริญงอกงามด้านสติปัญญา ร่างกาย จิตใจและสังคม

2.2.3 พัฒนาศักยภาพผู้เรียนในหลายหลักสูตรและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีวิชาเลือกเสรีเฉพาะด้านสำหรับพัฒนานักเรียนตามความสนใจและความถนัด

2.2.4 พัฒนาศักยภาพผู้เรียนในหลักสูตรที่หลากหลายในระดับชั้น ม.ปลายและมีการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามความสนใจและความถนัดอย่างต่อเนื่อง โดยในสายวิทยาศาสตร์มีหลักสูตรวิทยาศาสตร์สุขภาพ หลักสูตรวิทยาศาสตร์วิศวกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไป หลักสูตร SCIENCE – MATHEMATICS GIFTED หลักสูตรโครงการ รวมว. และสายศิลป์มีหลักสูตร ENGLISH GIFTED หลักสูตรศิลปภาษา ซึ่งเน้นภาษาที่หลากหลาย มีวิชาเลือกเสรีเฉพาะด้านสำหรับพัฒนานักเรียนตามความสนใจและความถนัดมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

2.2.5 สามารถให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ มีวินัยในตนเอง กล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็น และมีสภาวะความเป็นผู้นำเพื่อพัฒนาไปสู่ความเป็นประชาธิปไตย

2.2.5 มีคุณธรรมจริยธรรมในด้านความกตัญญู ความเมตตา กรุณา ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ความซื่อสัตย์ รู้จักประหยัด รักษาวินัย วัฒนธรรมไทยและความสามัคคีและมีค่านิยมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2.2.7 มีความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจและนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิต เพื่อประโยชน์ที่จะเกิดกับตนเองและสังคม

2.2.8 มีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการเพื่อการส่งค้นข้อมูลและนำเสนอ

2.2.9 มีสุนทรียภาพในด้านศิลปะ ดนตรีและกีฬา

2.2.10 มีวิจรณ์ญาณในการแก้ปัญหาสามารถปรับตัวและเผชิญกับปัญหาได้อย่างชาญฉลาด

2.3 วิสัยทัศน์

เป็นองค์กรที่มีศักยภาพในการพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถกำกับการเรียนรู้ของตนเอง การหล่อหลอมทักษะการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งการเรียนรู้ด้านวิชาชีพและทักษะชีวิต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21

2.4 วัตถุประสงค์

2.4.1 เพื่อเป็นสถานศึกษาของบุตรข้าราชการ พนักงานมหาวิทยาลัย และลูกจ้างประจำของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2.4.2 เพื่อเป็นโรงเรียนต้นแบบและสร้างเครือข่ายที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ อันเหมาะสมแก่การพัฒนาสังคมไทยในปัจจุบันและอนาคต

2.4.3 เพื่อเป็นแหล่งวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของอาจารย์ และนักเรียน ให้นักเรียนใฝ่รู้คู่คุณธรรมอย่างแท้จริง

2.4.4 เพื่อเป็นการบริการการศึกษาระดับมัธยมศึกษาให้กับเยาวชน

2.4.5 เพื่อเป็นสถานศึกษาสำหรับบริการวิชาการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

2.5 พันธกิจ

พันธกิจหลักที่โรงเรียนเน้นในการดำเนินการมีดังนี้

2.5.1 เป็นสถาบันต้นแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานสากล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพและมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์

2.5.2 พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับแผนการศึกษาของชาติ

2.5.3 ส่งเสริมการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้

2.5.4 พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ โดยยึดหลักธรรมาภิบาล โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้

2.5.5 พัฒนาความร่วมมือด้านเครือข่ายทางวิชาการระหว่างองค์กรทั้งในและต่างประเทศ และทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม

2.6 ยุทธศาสตร์

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนาระบบการดูแลช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้เกิดพัฒนาการเรียนรู้อย่างดี

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การพัฒนาระบบกิจกรรมพิเศษที่มุ่งพัฒนาศักยภาพนักเรียนทั้งในห้องเรียนและใน สถานการณ์จริง ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและการแข่งขันภายนอก

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ส่งเสริมค่านิยมพื้นฐานของระบบผู้นำแบบเอื้ออำนวย โดยอาศัยแนวคิดแบบผู้นำร่วม (Collective Leader)

ยุทธศาสตร์ที่ 5 พัฒนาระบบความก้าวหน้าของบุคลากร สร้างขวัญกำลังใจ และการเติบโตในสายงาน ผ่านการยึดโยงสู่คุณภาพผู้เรียน

ยุทธศาสตร์ที่ 6 พัฒนาระบบสิ่งแวดล้อม ปรับปรุงสภาพบรรยากาศห้องเรียน สภาพแวดล้อมใน โรงเรียน ด้วยแนวคิดที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การใช้พลังงานทดแทน และการมีส่วนร่วมของสมาคมผู้ปกครอง และการปรับเปลี่ยนระบบหอพักของนักเรียน ภายใต้บรรยากาศที่ดีและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับวัย

ยุทธศาสตร์ที่ 7 พัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ การประชาสัมพันธ์ และ ภาพลักษณ์องค์กรของ โรงเรียนให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน

ยุทธศาสตร์ที่ 8 พัฒนางานองค์กรสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน

2.7 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

2.7.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มี วัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อ แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูล ข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดย คำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์การคิด สังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การ สร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีกระตือรือร้นที่จะมีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเองสังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงานการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

2.8 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

2.8.1 มีความรักและเทิดทูนสถาบันหลัก คือชาติ ศาสน์ กษัตริย์

2.8.2 มีความซื่อสัตย์สุจริต ทั้งต่อตนเองและผู้อื่น

2.8.3 มีวินัย มีความรับผิดชอบ มีความกตัญญูต่อผู้มีพระคุณ

2.8.4 ใฝ่เรียนรู้แสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

2.8.5 อยู่อย่างพอเพียง รู้จักดำรงตนให้อยู่ในความพอดี

2.8.6 มุ่งมั่นและขยันในการเรียน การทำงาน

2.8.7 รักความเป็นไทย รู้จักคุณค่า และธำรงไว้ซึ่งศิลปวัฒนธรรม

2.8.8 มีจิตสาธารณะ เรียนรู้ในการช่วยเหลือผู้อื่นและสังคม

2.8.9 กล้าคิด กล้าทำและกล้านำ มีความกล้าทางความคิด คิดเชิงสร้างสรรค์กล้า

เป็นผู้นำในการปฏิบัติในสิ่งที่ดีงาม

นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและ จุดเน้นของตนเองที่บ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ของนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) คือ กล้าคิด กล้าทำและกล้านำ

2.9 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการและเมทริกซ์ อธิบาย ความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหา ที่กำหนดให้

หมายเหตุ: มาตรฐาน ค 1.3 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.3 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.4 เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

หมายเหตุ: 1. มาตรฐาน ค 2.1 และ ค 2.2 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

2. มาตรฐาน ค 2.3 และ ค 2.4 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 ที่เน้น วิทยาศาสตร์

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการ แก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้
หมายเหตุ: มาตรฐาน ค 3.2 สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6

สาระที่ 4 แคลคูลัส

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของ ฟังก์ชันและปริพันธ์ของฟังก์ชันและนำไปใช้

การสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ได้จัดการเรียนการสอนตามหลักสูตร สถานศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง ตัวชี้วัด

พุทธศักราช 2560 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2563) ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) โดยในภาคเรียนที่ 1 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 (ค22103) มีจำนวน 2 หน่วยกิต กำหนดการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 20 สัปดาห์ รวม 80 ชั่วโมง และภาคเรียนที่ 2 จะเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 (ค22104) มีจำนวน 2 หน่วยกิต กำหนดการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 20 สัปดาห์ รวม 80 ชั่วโมง โดยมีโครงสร้างรายวิชาดังนี้

รหัส ค22103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 3

เวลา 4 ชั่วโมง /สัปดาห์ จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกการแก้ปัญหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับการนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับไปใช้ในชีวิตจริง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ จำนวนจริง จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ รากที่สองและรากที่สามของจำนวนตรรกยะ การนำความรู้ เกี่ยวกับจำนวนจริงไปใช้ ปริซึมและทรงกระบอก การหาพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก การนำความรู้ เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอกไปใช้ในการแก้ปัญหา การหาปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอกไปใช้ในการแก้ปัญหา การแปลงทางเรขาคณิต การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน การนำความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหา เลขยกกำลัง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม การนำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลังไปใช้ในการ แก้ปัญหา พหุนาม พหุนาม การบวก การลบและการคูณของพหุนาม การหารพหุนามด้วยเอกนามที่มีผลหาร เป็นพหุนาม โดยจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การใช้เหตุผลและการคิด สร้างสรรค์ การใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูล และนำประสบการณ์ ตลอดจนทักษะและกระบวนการที่ได้ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ มีความรอบคอบและมีวิจารณญาณ การวัดและประเมินผล ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับสาระและทักษะที่ต้องการวัด

รหัสตัวชี้วัด

ค 1.1 ม.2/1 ม.2/2

ค 1.2 ม.31

ค 2.1 ม.2/2

ค 2.2 ม.2/3 ม.2/5

รวมทั้งหมด 6 ตัวชี้วัด

ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ
1	ทฤษฎีพีทาโกรัส	ค 2.2 ม.2/5	ทฤษฎีบทและบทกลับพีทาโกรัส
2	ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับจำนวนจริง	ค 1.1 ม.2/2	จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ การหารากที่สองและรากที่สามของจำนวน จริง
3	ปริซึมและ ทรงกระบอก	ค 2.1 ม.2/2	พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก
4	การแปรทางเลขาคณิต	ค 2.2 ม.2/3	การเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุน
5	สมบัติเลขยกกำลัง	ค 1.1 ม.2/1	การดำเนินการของเลขยกกำลัง สมบัติอื่นๆของเลขยกกำลัง
6	พหุนาม	ค 1.2 ม.2/1	การบวก การลบ เอกนาม และพหุนาม การคูณพหุนามและการหารเอกนามด้วย พหุนาม

รหัส ค22104

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4

เวลา 4 ชั่วโมง /สัปดาห์ จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกการแก้ปัญหาเรื่อง สถิติ(2) การนำเสนอและวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ แผนภาพจุด แผนภาพต้น - ใบ ฮิสโทแกรมและค่ากลางของข้อมูล การแปลความหมายผลลัพธ์ การนำ สถิติไปใช้ในชีวิตจริงการเท่ากันทุกประการ ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม การนำความรู้เกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการไปใช้ในการแก้ปัญหาเส้นขนาน สมบัติเกี่ยวกับเส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม การให้เหตุผล การนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างทางเรขาคณิตไปใช้ในการสร้างและการหาเหตุผลของรูป สามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมการแยกตัวประกอบของพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยใช้ สมบัติการแจกแจง กำลังสองสมบูรณ์ ผลต่างของกำลังสอง โดยจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การใช้เหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ การใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยี และแหล่งข้อมูล และนำ ประสบการณ์ ตลอดจนทักษะ และกระบวนการที่ได้ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่าง สร้างสรรค์ รวมทั้งเห็น

คุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ มีความรอบคอบ และมี
 วิจารณ์ญาณการวัดและประเมินผล ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับ
 สาระ และทักษะที่ต้องการวัด

รหัสตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.2/2

ค 2.2 ม.2/1, ม.2/2, ม.2/4

ค 3.1 ม.2/1

รวมทั้งหมด 5 ตัวชี้วัด

ตารางที่ 2 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2564

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ
1	การแยกตัวประกอบของพหุนาม	ค 1.2 ม.2/2	การแยกตัวประกอบของพหุนามโดยใช้สมบัติการแจกแจงการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองที่เป็นกำลังสองสมบูรณ์และผลต่างกำลังสอง
2	ความเท่ากันทุกประการ	ค 2.2 ม.2/4	ความเท่ากันทุกประการของรูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยม รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กันแบบ ด้าน-มุม-ด้าน, มุม-ด้าน-มุม, ด้าน-ด้าน-ด้าน, มุม-มุม-ด้าน, ฉาก-ด้าน-ด้าน
3	เส้นขนาน	ค 2.2 ม.2/2	เส้นขนานและมุมภายใน เส้นขนานและมุมแย้ง เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายใน เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม
4	การให้เหตุผล	ค 2.2 ม.2/1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางเรขาคณิตการสร้างและการให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้างและการให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม
5	สถิติ (2)	ค 3.1 ม.2/1	แผนภาพจุด แผนภาพต้นไม้ ฮิสโทแกรม และค่ากลางของข้อมูล

จากการวิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 เรื่อง สถิติ (2) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เนื่องจากผู้วิจัยพิจารณาความเหมาะสมระหว่างเรื่องที่ใช้สอนกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หรือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ระบุไว้ในคู่มือครูคณิตศาสตร์ หรือเรียกว่า การเรียนรู้ตามรูปแบบปกติ โดย สสวท. และมีนักการศึกษาและนักวิชาการได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองให้กับนักเรียน มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้

ไพฑูริย์ สุขศรีงาม (2545) กล่าวว่า การสืบเสาะความแตกต่างกันมากมายขึ้นอยู่กับความเชื่อและความเข้าใจ โดยสังเขป ดังนี้

การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา และเป็นผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมที่เน้นการแก้ปัญหา โดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลังเผชิญหรือประสบอยู่และพร้อมท้าทายความคิด

การสืบเสาะ เป็นกระบวนการคิดขั้นสุดท้ายที่เกิดขึ้นหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ที่กำหนดให้

การสืบเสาะ หมายถึงวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดวิธีการหาความรู้ของเขา

การสืบเสาะ หมายถึง กิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในแนวทางต่างๆ กันเพื่อแก้ปัญหาหรือความขัดแย้งด้านความคิด

การสืบเสาะ หมายถึง การสอนที่ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาเรื่องราวต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ความหมายการสืบเสาะไว้ว่า เป็นการสืบค้นหาความรู้โดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาและเป็นผลก่อให้เกิดความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ได้

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นหาความรู้ด้วยวิธีต่างๆ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งวิทยาการต่าง ๆ ที่หลากหลาย เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา ครูจะเป็นเพียงผู้สนับสนุน

2.2 แนวทางการจัดการเรียนการสอน

สุพิน บุญชูวงศ์ (2538) กล่าวว่า แนวทางการสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จะค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งปัญหาประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิด หาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์

ความมุ่งหมาย

1. เพื่อกระตุ้น ให้นักเรียนทำการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
2. เพื่อฝึกนักเรียนให้เป็นคนคิดอย่างมีเหตุผล
3. เพื่อฝึกนักเรียนให้ใช้ความคิดในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวว่า แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้สึก หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง องค์ประกอบที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. สถานการณ์ที่เป็นปัญหา
2. กระบวนการแก้ปัญหาหรือวิธีการเรียนรู้
3. สรุปผลการเรียนรู้ที่เป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือแนวทางในการแก้ปัญหา
4. การนำผลการเรียนไปประยุกต์ใช้

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อที่ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา โดยการสอนจากสถานการณ์จริงหรือประสบการณ์ของนักเรียน และควรฝึกทักษะหลังจากความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้และรู้คุณค่าของการเรียนรู้

2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กัญญา โพธิ์วัฒน์ (2542) ลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียน กิจกรรมที่จัดนั้นเริ่มจาก

2.1 ใช้ของจริงประกอบการสอน หมายถึง ครูและนักเรียนหาอุปกรณ์ที่เป็นของจริงมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น ก้อนหิน หลอดดูด ฯลฯ เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วก็ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยวาจา โดยใช้อุปกรณ์ที่เป็นของจริงเป็นเครื่องมือการเรียนรู้

2.2 ใช้ภาพประกอบการสอนในเนื้อหาเดียวกัน ครูเปลี่ยนเครื่องมือการเรียนรู้จากของจริงมาเป็นรูปภาพ เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วให้ทำแบบฝึกหัดจากรูปภาพ

2.3 ใช้สัญลักษณ์ หลังจากทีนักเรียนได้เรียนรู้จากขั้นใช้ของจริงและรูปภาพประกอบการสอนแล้ว ครูอธิบายสัญลักษณ์ได้แก่ ตัวเลข เครื่องหมาย และอธิบายการใช้ประโยคสัญลักษณ์ ในขั้นนี้อาจใช้บัตรคำ บัตรตัวเลข บัตรเครื่องหมายประกอบการอธิบาย

ขั้นที่ 3 เป็นการสรุปให้เป็นวิธีลัด การนำเสนอการสอนขั้นนี้ ครูควรสร้างแบบให้นักเรียนสังเกต แล้วให้นักเรียนช่วยสรุปเป็นวิธีลัด

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีลัดแล้ว ครูให้นักเรียนฝึกทักษะโดยทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือบัตรงาน

ขั้นที่ 5 เป็นการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น ในขั้นนี้ ครูควรมีความคาดหวังว่า นักเรียนจะต้องมีทักษะในการคิดคำนวณแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความคิดรวบยอดและหลักการในแต่ละเรื่องอย่างถูกต้อง และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตในสังคมได้

ขั้นที่ 6 เป็นขั้นประเมินผล การตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการนำโจทย์ในเรื่องที่สอนมาทดสอบ ถ้าทำไม่ได้ต้องสอนซ่อมเสริมให้ ถ้าทำได้ก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา โดยคำนึงถึงขั้นตอนการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งแสดงเป็นขั้นตอนใหญ่ๆ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะเรียนเนื้อหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนรู้เนื้อหาใหม่

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยเริ่มจาก

2.1 ใช้ของจริง เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงหรือมีรูปธรรมประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปนำไปสู่นามธรรม

2.2 ใช้รูปภาพ เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากภาพ หรือเรียกการจัดประสบการณ์ทิ้งรูปธรรม

2.3 ใช้สัญลักษณ์ เป็นการจัดประสบการณ์ระดับนามธรรม หลังจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงและโดยรูปภาพแล้ว ผู้สอนจะใช้ตัวเลขหรือเครื่องหมายหรือประโยคสัญลักษณ์แทน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างประโยคสัญลักษณ์และข้อความ

3. ขั้นสรุปเป็นวิธีลัด ให้ผู้เรียนสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมแล้วสรุปนำไปสู่วิธีลัดเพื่อสะดวกในการนำไปใช้ต่อไป

4. ขั้นฝึกทักษะ เมื่อผู้เรียนสรุปหลักการได้แล้ว จึงให้ผู้เรียนฝึกทักษะด้วยการทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือแบบฝึกหัดที่ผู้สอนสร้างขึ้น

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องหรือในสถานการณ์อื่น โดยผู้เรียนทำโจทย์ปัญหาหรือกิจกรรมที่มักพบในชีวิตประจำวัน

6. ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ อาจตรวจสอบจากการทำแบบฝึกหัด จากการอภิปรายจากการซักถาม ถ้าพบว่าผู้เรียนยังมีข้อบกพร่อง ผู้สอนต้องทำการซ่อมเสริมก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 6 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นการสอนเนื้อหาใหม่ที่ยังไม่เคยเรียนมาก่อน

3. ขั้นสรุป เป็นการสรุปหลักเกณฑ์ แนวคิดการนำไปสู่วิธีลัด โดยนักเรียนช่วยกันสรุปโดยครูคอยให้คำชี้แนะ

4. ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องฝึกทักษะจากบทเรียน ด้วยวิธีการต่างๆ

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนซึ่งนักเรียนทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงที่ประสบอยู่ ทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับสาระอื่นๆ

6. ชั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนซึ่งครูนำเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้มาทดสอบ หากทำไม่ได้ให้จัดซ่อมเสริม และถ้าผ่านการประเมินก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวทางของ สสวท. เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญและครูไม่ควรละเลย เนื่องจากการตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ โดยนักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน วิทยาลัยนี้ผู้วิจัยใช้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2539) เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คำนึงถึงความเหมาะสมต่อสถานการณ์ปัญหาในทางคณิตศาสตร์ดังนี้ 1.) ชั้นทบทวนความรู้เดิมเป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ 2.) ชั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่างๆ ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ 3.) ชั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียน เกี่ยวกับเนื้อหา กิจกรรมในชั้นเรียนที่จัดขึ้นในชั้นสอนเนื้อหาใหม่ จนนักเรียนได้ข้อสรุปของเนื้อหา 4.) ชั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้หรือ ทฤษฎีบทที่ได้จากชั้นการสอนเนื้อหาใหม่หรือชั้นสรุป นำมาใช้ให้เกิดความชำนาญ 5.) ชั้นนำความรู้ไปใช้ ในขั้นนี้ นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ถูกต้อง และ 6.) ชั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่

3. กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Panes (1966) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จะมีวิธีการค้นหาคำตอบที่แตกต่างกันออกไป มีความสลับซับซ้อน และค้นพบแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และเหมาะสมที่สุดในสภาพแวดล้อมขณะนั้น การแก้ปัญหาที่เป็น การแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ทักษะการคิดและเครื่องมือการคิด เพื่อค้นหาวิธีการหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีโครงสร้างของกระบวนการที่ใช้ จินตนาการ การวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ ค้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหา และพิจารณาตัดสินใจเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและแปลกใหม่

Cinnamon and Matulef (1979) กล่าวว่า การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ เป็นประเภทของการแก้ปัญหาของคนประเภทหนึ่ง ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นใน สถานการณ์ที่ต้องการการแก้ปัญหาซึ่งไม่มีคำตอบของปัญหาที่แน่นอน ทำให้มีทางเลือกในการ แก้ปัญหากว้างขึ้นแต่สิ่งที่ต้องพิจารณาคือ การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในเวลานั้น

Treffinger, Isaken and Dorval (2003) ได้ให้ ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง รูปแบบการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ สร้างสรรค์ และทำให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้โดยง่าย

Terfingler, Isaken and Dorvol (2005) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นรูปแบบที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหา และจัดการเปลี่ยนแปลงอย่างสร้างสรรค์เพื่อไปสู่เป้าหมายและความฝันที่เป็นจริง

กระทรวงศึกษาธิการ (2541) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง รูปแบบการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่วางโครงสร้างไว้เป็นอย่างดี มีความมุ่งหมายให้บุคคลสามารถแก้ปัญหาที่ยุ่งยากโดยมีทางออกในรูปแบบใหม่ และมีประสิทธิภาพ

Mitchel and Kowalk (อ้างถึงใน พัทธรา พุ่มพชาติ, 2552) ได้กล่าวว่าการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์เป็นวิธีการคิดและการแสดงพฤติกรรมอย่างหนึ่งซึ่งประกอบด้วย

1. การสร้างสรรค์ (Creative) หมายถึง ความคิดที่ประกอบด้วยลักษณะที่แปลก ลักษณะเฉพาะ ซึ่งผู้สร้างสรรค์จะต้องมีอย่างน้อยหนึ่งชนิดในการหาคำตอบ
2. ปัญหา (Problem) หมายถึง สภาพการณ์ที่แสดงออกถึงความท้าทายโอกาสหรือสิ่งที่ต้องการให้ความสนใจ
3. การแก้ไข (Solving) หมายถึง วิธีการวางแผนที่จะตอบคำถาม ดำเนินการประชุมหรือตัดสินใจกับปัญหา

การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จึงหมายถึง กระบวนการ วิธีการหรือระบบสำหรับการแก้ปัญหาอย่างมีจินตนาการและให้ผลการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน มีการประยุกต์ใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ สัจชาตญาณ แนวคิดใหม่ๆ ร่วมกับข้อเท็จจริงที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาทางเลือกที่มีคุณค่าในการ แก้ปัญหานั้นๆ ในการแก้ปัญหาใดๆ ก็ตามจะให้ประสบผลสำเร็จได้นั้น ผู้ที่แก้ปัญหาคงต้องทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา และจะต้องตั้งจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจนในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก็เช่นเดียวกัน คือ มีการตั้งจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เอาไว้ทุกครั้งทีทราบสาเหตุของปัญหา

3.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้ที่แก้ปัญหาคำเป็นต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ (Barcody, 1993, Charles and Lester, 1982, Krulik and Rudnick, 1993)

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนรับรู้ปัญหาได้จากการอ่าน และการฟัง นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ บทนิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการรำลึกถึงความสามารถในการนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่ การรู้จักใช้กลวิธี มาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ ทำให้ได้พบปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบ มีประสบการณ์ในการเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับ ปัญหาสามารถนำปัญหาที่คุ้นเคยมาเทียบเคียงกับปัญหาใหม่ นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหา จะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล ในชั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ใน การแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องใช้การคิดคำนวณและอธิบายให้เหตุผล ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง

4. ความยืดหยุ่น นักแก้ปัญหาคำที่ดีอาจต้องมีการยืดหยุ่นในความคิดไม่ยึดติดใน รูปแบบ ที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ เสมอ

5. ความรู้พื้นฐาน ผู้แก้ปัญหาคำต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีพอและความสามารถนำความรู้พื้นฐานมาใช้ได้อย่างสอดคล้องกับสาระของปัญหาจึงจะทำให้แก้ปัญหาคำได้

6. ระดับสติปัญญา นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคำดีกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ

7. วิธีการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ มีเหตุผลย่อมส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคำดีกว่ากิจกรรมการเรียนการสอนแบบที่ครูเป็นผู้บอกให้รู้

องค์ประกอบของการแก้ปัญหาเป็นส่วนสำคัญที่เด็กต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนา เพื่อนำไปสู่ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวเกี่ยวข้องกับ การ

พัฒนาและความสามารถตามวัย การฝึกฝนให้เด็กอยู่ในสถานการณ์ที่ให้เกิดเกิดความอยากรู้ อยากรูเห็นมีความท้าทาย กระตุ้นให้เด็กต้องการค้นคว้า เรียนรู้และฝึกปฏิบัติ ตลอดจนครูจำเป็นต้อง มีบทบาทที่จะอำนวยความสะดวก และสนับสนุนให้เด็กได้คิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ หลากหลาย เพื่อนำไปสู่ผลของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เป็นสิ่งแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม หลากหลาย และมีคุณค่าเกิดประโยชน์

3.3 จุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของบุคคลที่นำเอาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาใช้แก้ไขกับสถานการณ์ หรือปัญหาที่เกิดขึ้นให้สำเร็จบรรลุผลตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

Panes (1977) ได้เสนอจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้บุคคลผู้แก้ปัญหาตั้งต้นด้วยความยุ่งเหยิง สับสน ไปสู่การแก้ไขที่สร้างสรรค์ และมีประสิทธิภาพ

2. เพื่อส่งเสริมบุคคลให้มีพฤติกรรมที่สร้างสรรค์

3. เพื่อให้เกิดการแก้ปัญหาทางสร้างสรรค์

3.4 กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Osborn (1953) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem-Solving Process) ไว้ในหนังสือชื่อ “Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving” โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ค้นหาความจริง (Fact-Finding)

ขั้นที่ 2 ค้นหาความคิด (Idea-Finding)

ขั้นที่ 3 ค้นพบทางออก (Solution-Finding)

Wallach and Kogan (1965) อธิบายว่า กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เกิดจากการคิดสิ่งใหม่ๆ โดยการลองผิดลองถูก (Trial and Error) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) ขั้นนี้เป็นการเตรียมข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการระบุปัญหา ข้อเท็จจริง หรือการกระทำที่ถูกต้อง

2. ขั้นระยะบ่มเพาะความคิด (Incubation) เป็นขั้น ที่ความวุ่นวาย สับสน ระหว่างข้อมูลเก่าและใหม่ ปราศจากความเป็นระเบียบ ไม่สามารถสรุปความคิดได้ จึงปล่อยความคิดนั้นไว้เฉยๆ

3. ขั้นความคิดกระจ่างชัด (Illumination) เป็นขั้นที่ความคิดสับสนได้รับการเรียบเรียงและเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน ทำให้เห็นภาพรวมของความคิด เกิดความกระจ่างชัดสามารถมองเห็นภาพพจน์ มโนทัศน์ของความคิดได้

4. ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) คือ ขั้นที่รับความคิดเห็นจาก 3 ขั้นตอนข้างต้น มาพิสูจน์ว่า จริงและถูกต้อง

Wallach and Kogan (1966) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นลำดับขั้น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นที่ต้องจัดหาและเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาพิจารณา
2. ขั้นฟุ้งหาคิด เป็นขั้นการรวบรวมความคิดหาความสัมพันธ์จากข้อมูลที่มีอยู่
3. ขั้นปัญหากระจ่างชัด เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เห็นความสัมพันธ์ใหม่ของข้อมูลที่ได้มาเกิดเป็นความรู้และแนวทางในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
4. ขั้นตรวจสอบความจริง เป็นขั้นประเมินผล โดยการตรวจสอบความสัมพันธ์ของความรู้ที่พบใหม่พร้อมกับปรับปรุงแนวคิดอย่างถี่ถ้วน

Osborn and Parnes (1966) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะมีวิธีการค้นหาคำตอบที่แตกต่างกันออกไป มีความสลับซับซ้อนและค้นพบแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเหมาะสมที่สุดในสภาพแวดล้อมขณะนั้น แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นการค้นหาความจริง เป็นขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย ใคร อะไร เมื่อไร ที่ไหน ทำไม และอย่างไร
2. ขั้นการค้นหาปัญหา เป็นขั้นพิจารณาเปรียบเทียบมูลเหตุทั้งหลายของปัญหาแล้วจัดลำดับความสำคัญเพื่อเลือกมูลเหตุที่สุด เป็นประเด็นสำหรับค้นหาวิธีแก้ไขต่อไป
3. ขั้นการค้นหาความคิด เป็นขั้นการระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหามาตามประเด็นที่ตั้งไว้ให้ได้มากที่สุด อย่างอิสระโดยไม่มีการประเมินความเหมาะสมในขั้นนั้น
4. ขั้นการค้นหาคำตอบ เป็นขั้นพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด จากวิธีการที่หามาได้ในขั้นที่ 3 โดยใช้ความประหยัด ความรวดเร็ว เป็นเกณฑ์พิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด
5. ขั้นการค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ เป็นขั้น พิสูจน์ให้เห็นว่า สามารถใช้วิธีการที่เลือกไว้แล้วนั้นนำไปใช้ได้จริง โดยการแสดงรายละเอียดขั้น ตอนการแก้ปัญหาและผลที่เกิดขึ้น

Parnes (1992) ได้นำแนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใช้แล้ว เสนอรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 สำรวจปัญหา (Explore the Challenge) ประกอบด้วย

การค้นหาจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ (Objective Finding : OF)

การแสวงหาข้อเท็จจริง (Fact Finding : FF)

การระบุปัญหา (Problem Finding : PF)

ขั้นที่ 2 การสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหา (Generate Ideas) ประกอบด้วย

การค้นหาค้นหากรอบแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea Finding: IF)

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการ (Prepare for Action) ประกอบด้วย

แนวทางในการแก้ปัญหา (Solution Finding: SF)

การยืนยันแนวทางในการแก้ปัญหา (Acceptance Finding: AF)

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Miller, Vehar and Firestein ในปี ค.ศ. 2001 มีขั้นตอนดังนี้

1. การระบุเป้าหมาย (Identify the Goal, Wish or Challenge)
2. การรวบรวมข้อมูล (Gather Data)
3. การกำหนดปัญหา (Clarify the Problem)
4. การรวบรวมความคิด (Generate Ideas)
5. การเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select and Strengthen Solutions)
6. การวางแผนการปฏิบัติงานในการแก้ปัญหา (Plan for Action)

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Treffinger, Isaksen and Dorval (2003) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก และ 8 องค์ประกอบย่อย ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understand the Challenge) ทำความกระจ่างในเรื่องของเป้าหมาย โอกาส อุปสรรค และการทำให้ชัดเจนขึ้นในเรื่องต่างๆ การรวบรวมความคิดในทิศทางที่ถูกต้อง ประกอบด้วย

1.1 การสร้างสรรค์โอกาส (Constructing Opportunities) มองหาโอกาสที่เป็นประโยชน์และคิดกำหนดแผนดำเนินการ

1.2 ขั้นสำรวจข้อมูล (Exploring Data) รวบรวมแหล่งของข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่งเพื่อเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา

1.3 โครงร่างของปัญหา (Framing Problems) ระบุสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา และยอมรับความคิดใหม่ ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

2. ขั้นรวบรวมความคิด (Generating Ideas) การรวบรวมความคิด จากหลายคน และหลายความคิดสร้างสรรค์

3. ขั้นเตรียมก่อนลงมือ (Preparing for Action) เป็นขั้นเตรียมการรวมถึงการเพิ่มความมั่นใจได้ว่า วิธีการที่จะลงมือแก้ปัญหานั้นสามารถทำได้และเกิดประโยชน์ รวมทั้งการเตรียมเครื่องมือที่รองรับกับความสำเร็จรองรับกับวิธีนั้น ๆ ประกอบด้วย

3.1 พัฒนาการแก้ไขปัญหา (Developing Solutions) ประยุกต์เอากลยุทธ์เครื่องมือในการวิเคราะห์ พัฒนา และความเป็นไปได้ นำมาเปลี่ยนเป็นขั้นการพัฒนาการแก้ไขปัญหานั้น จะช่วยในการริเริ่มกลวิธีใหม่ ๆ ที่มีประโยชน์มากขึ้น

3.2 สร้างการยอมรับ (Building Acceptance) สร้างแรงสนับสนุน ในการวางแผนแก้ไขปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหาใหม่ประสิทธิภาพ

4. การวางแผนการดำเนินการ (Planning Your Approach) เป็นการสำรวจการแก้ปัญหาว่าดำเนินมาถูกทิศทางหรือไม่ ประกอบด้วย

4.1 ประเมินภารกิจ (Appraising Tasks) เป็นการสำรวจวิธีที่แก้ปัญหาใช้สอดคล้องกับเป้าหมายหลักหรือไม่

4.2 ออกแบบวิธีการ (Designing Process) เป็นขั้นใช้องค์ความรู้ที่มีเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ เพื่อกำหนดเครื่องมือ หรือวิธีการที่เหมาะสมในการมุ่งไปสู่เป้าหมายช่วยให้เรากำหนดวิธีขั้นตอนได้ถูกต้องตามความจำเป็นและเป็นการเพิ่มศักยภาพ การลงมือปฏิบัติงาน

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Hurson ในปี ค.ศ. 2008 ดังนี้

1. กำหนดว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการ (What's going on?)
2. ความสำเร็จที่ต้องการคืออะไร (What's success?)
3. คำถามที่จะไปสู่ความสำเร็จ (What's the question?)
4. รวบรวมคำตอบ (Generate Answers)
5. กำหนดวิธีการแก้ปัญหา (Forge the Solution)
6. รวบรวมข้อมูลในการสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหา (Align Resources)

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Reali (2010) เสนอขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะเป็นรูปแบบเส้นตรง แต่ในทางปฏิบัติสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ ประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้ไขปัญหทั้ง 7 ขั้นตอน

1. ขั้นการอำนวยความสะดวก (Facilitate) ขั้นที่ให้นักเรียนสำรวจข้อมูลพื้นฐานทั้งสภาพของปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และบุคคลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการตัดสินใจแก้ปัญหา

2. ขั้นจินตนาการอนาคต (Imagine the Future) ขั้นที่ให้นักเรียนกำหนดสถานะที่ปรารถนาในอนาคตให้เป็นอย่างไร และไม่ยากให้เป็นอย่างไร เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจในการแก้ปัญหา

3. ขั้นค้นหาคำถาม (Find the Questions) ขั้นที่ให้นักเรียนระบุปัญหาที่ต้องการจะแก้ไข ในรูปแบบปัญหาสั้นๆ ที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ในขั้นจินตนาการอนาคต

4. ขั้นรวบรวมความคิด (Generate Ideas) ขั้นที่ให้นักเรียนรวบรวมความคิดที่มีความหลากหลายสำหรับใช้แก้ไขปัญหที่ได้ระบุปัญหาไว้ในขั้นค้นหาคำถาม

5. ขั้นทักษะการแก้ปัญหา (Craft Solution) ขั้นที่ให้นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่จะนำไปใช้ให้มีความเหมาะสม และสามารถปฏิบัติได้จริง และร่วมกันอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เลือกให้ชัดเจน

6. ขั้นการเห็นพ้องกับการสำรวจ (Explore Acceptance) ขั้นที่ให้นักเรียนระบุผู้ที่สนับสนุนกับวิธีการแก้ปัญหาที่กลุ่มของนักเรียนได้เลือกและผู้ที่ไม่เห็นด้วยกับการแก้ปัญหาที่กลุ่มได้เลือก จากนั้นนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นอีกครั้งในการที่เลือกหรือไม่เลือกวิธีการแก้ปัญหานั้น เพราะอะไร

7. ขั้นการวางแผนสำหรับการปฏิบัติ (Plan for Action) ขั้นที่ให้นักเรียนสร้างแผนปฏิบัติการสำหรับการแก้ปัญหาในเรื่องนั้น ๆ

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีจุดมุ่งหมาย โดยครูต้องเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยวิธีการอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้และทักษะต่าง ๆ ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้ใช้แนวความคิดของ Treffinger, Isaksen and Dorval (2003) มาใช้ในการจัดเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้ 4 ขั้นตอน 1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understand the Challenge) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญห องค์กรประกอบหลักของปัญหา และปัญหาที่แท้จริงที่จะต้องแก้ไข 2. ขั้นรวบรวมความคิด (Generating ideas) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้คิด ศึกษา ค้นคว้าหาวิธีแก้ไขปัญหาต่างๆในรูปแบบหลากหลายวิธี ที่สามารถนำมาแก้ไขปัญหาได้ หรือจะเป็นการคิดวิธีการแก้ปัญหาขึ้นมาใหม่ที่ต่างออกไปจากวิธีเดิม 3. ขั้นเตรียมก่อนลงมือ (Preparing for Action) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้หรือความคิดต่างๆที่รวบรวมได้ มาปรับหรือประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิดวิธีการแก้ปัญหาที่ดีหรือเหมาะสมกับการแก้ปัญหา และศึกษาหาแนวโน้มความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหานั้นจะสามารถแก้ปัญหาได้ 4. ขั้นการวางแผนการดำเนินการ (Planning your approach) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำการออกแบบหรือสร้างลำดับวิธีขั้นตอนในการแก้ปัญหา ก่อนที่จะลงมือแก้ไขปัญหา

4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

วิธีการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถคิดค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาได้หลากหลาย และมีความสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีหรือที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบ่งขั้นตอนการสอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่โดยยกสถานการณ์ต่างๆ หรือให้ตัวอย่างแก่นักเรียน ใช้บทสนทนาถามตอบในสิ่งที่เรียนรู้แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในชั่วโมงเรียน

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนในรูปแบบใบกิจกรรมกลุ่ม เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา โดยการนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหามาใช้กับสถานการณ์ข้างต้น หลังจากนั้นครูก็ทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่างๆผ่านสื่อการสอน โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ

3. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียน เกี่ยวกับเนื้อหา กิจกรรมในชั้นเรียนที่จัดขึ้นในขั้นสอนเนื้อหาใหม่ และในขั้นนี้จะให้นักเรียนนำเสนอสถานการณ์ที่ได้เสนอไปในขั้นสอนเนื้อหาใหม่นำมาแก้ปัญหาโดยนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมความคิด ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันรวบรวมความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถนำมาแก้ปัญหาของสถานการณ์ได้ ในส่วนขั้นที่ 3 ขั้นเตรียมก่อนลงมือให้นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาต่างๆที่นักเรียน ได้คิดหรือสืบค้นในขั้นสรุป มาคัดเลือก หรือคัดกรองหาวิธีที่มีแนวโน้มในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดและในขั้นที่ 4 ให้นักเรียนเขียนออกแบบลำดับขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้เลือก หลังจากนั้นนำลำดับวิธีขั้นตอนในการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์ เมื่อแก้ปัญหาของสถานการณ์เสร็จครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาจนนักเรียนได้ข้อสรุปของเนื้อหา

4. ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่นักเรียนจะนำความรู้หรือ ทักษะที่ได้จากขั้นการสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุป นำมาใช้ให้เกิดความชำนาญ โดยครูนำแบบฝึกทักษะที่เป็นสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างจากตัวอย่าง ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาและได้ฝึกใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจกับปัญหาที่แท้จริง จากนั้นนักเรียนทำการรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ และพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสมพร้อมทั้งตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา แล้วนำมาเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยระหว่างที่นักเรียนฝึก

ทำโจทย์ปัญหาครูจะเรียกหรือใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนได้นำความรู้ที่ได้จากขั้นฝึกทักษะมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นหรือสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ซึ่งในการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ที่ได้จากขั้นฝึกทักษะมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา เริ่มจากการให้นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหาที่แท้จริง จากนั้นรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ และพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสมพร้อมทั้งตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา แล้วนำมาเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

6. ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งแบบทดสอบหรือใบงานจะใช้คำถามในเนื้อหาที่สอนมาให้นักเรียนทดสอบหรือทำ และครูนำไปตรวจสอบเพื่อประเมินผล

จากที่ผู้วิจัยได้ไปศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัยสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในรูปแบบตาราง ดังนี้



ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS)	
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์	
ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้	ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา
ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่	ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา หาสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา หาคำศัพท์ประกอบหลักของปัญหา หาปัญหาที่แท้จริงที่ต้องแก้ไข โดยครูจะเป็นคนให้สถานการณ์กับนักเรียนและใช้การสนทนาถามตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา
ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป	<p>ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิด</p> <p>ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล รวบรวมความคิดต่างๆ ฝึกการคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ โดยครูจะใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแก้ปัญหาของสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้มีแนวคิดที่แปลกใหม่</p> <p>ขั้นที่ 3 เตรียมก่อนลงมือ</p> <p>ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาวิธีที่ดีหรือเหมาะสมกับปัญหามากที่สุด และฝึกหาแนวโน้มนวัตกรรมที่เป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา โดยครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นแนวคิดให้นักเรียนในการเลือกวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา</p> <p>ขั้นที่ 4 การวางแผนการดำเนินงาน</p> <p>ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบและเขียนออกแบบวิธีขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยครูจะใช้คำถามที่เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม</p>

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์	กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS)
<p>ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ</p>	<p>ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>เป็นการให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจปัญหา หาระบบที่มีประโยชน์ต่อการศึกษา ท้องค้ประกอบหลักของปัญหา หารูปภาพที่แท้จริงที่ต้องแก้ไข โดยครูจะเป็นคนให้สถานการณ์กับนักเรียนและใช้การสนทนาตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา</p> <p>ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิด</p> <p>เป็นการให้นักเรียนฝึกสืบค้นข้อมูล รวบรวมความคิดต่างๆ ฝึกการคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ โดยครูจะใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแก้ปัญหาของสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้มีแนวคิดที่แปลกใหม่</p> <p>ขั้นที่ 3 เตรียมก่อนลงมือ</p> <p>เป็นการฝึกให้นักเรียนหาวิธีที่ดีหรือเหมาะสมกับปัญหามากที่สุด และฝึกหาแนวโน้มน่าสนใจเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นแนวคิดให้นักเรียนในการเลือกวิธีที่ใช้ในปัญหา</p> <p>ขั้นที่ 4 การวางแผนการดำเนินการ</p> <p>เป็นการฝึกให้นักเรียนตรวจสอบและเขียนออกแบวิธีขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยครูจะใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนในการแก้ปัญหาของนักเรียน</p>

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์	กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS)
<p>ขั้นที่ 5 ชื่อนำความรู้ไปใช้</p>	<p>ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา หาสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา หาค่าประกอบหลักของปัญหา หาปัญหาที่แท้จริงที่ต้องแก้ไข โดยครูจะเป็นคนให้สถานการณ์กับนักเรียน</p> <p>ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิด ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมความคิดต่างๆ หรือการคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ โดยครูอาจอำนวยความสะดวก</p> <p>ขั้นที่ 3 เตรียมก่อนลงมือ ให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีหรือเหมาะสมกับปัญหามากที่สุด และหาแนวโน้มนความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา โดยครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นแนวคิดให้นักเรียนในการเลือกวิธีที่ใช้ในการแก้ไขปัญห</p> <p>ขั้นที่ 4 การวางแผนการดำเนินการ ให้นักเรียนตรวจสอบและเขียนออกแบวิธีขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยครูจะใช้คำถามที่เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาของนักเรียน</p>
<p>ขั้นที่ 6 ชื่นชมประเมินผล</p>	

5. การคิดเชิงคำนวณ

5.1 ความหมายและความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) มีจุดเริ่มต้นมาจาก Seymour Papert นักคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ โดยนำเสนอวิถีทางการประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้ธรรมชาติของคอมพิวเตอร์ ต่อมา Jeannette Wing ได้ขยายแนวคิดและทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในนามของการคิดเชิงคำนวณ (Weinberg, 2013) การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถในการคิดอย่างหนึ่งที่ควรปลูกฝังให้กับพลเมืองในประเทศ เนื่องจากเป็นความสามารถพื้นฐานที่มนุษย์ทุกคนควรมีเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาที่พบทั่วไปในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wing, 2006) และ McKenna (2017) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณนั้นจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนในปัจจุบัน เนื่องจากผู้เรียนจะต้องเผชิญกับปัญหาในโลกความเป็นจริง จึงต้องพิจารณาปัญหา สามารถจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทดสอบแผนการดำเนินงานแก้ไขปัญหา เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดและปรับแก้ไขแผนการดำเนินงานให้ดีขึ้น นอกจากนี้มาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แนวคิดใหม่ (Next Generation Science Standards) ในประเทศอเมริกาได้กำหนดทักษะการปฏิบัติงานที่นักเรียนพึงมีในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 การปฏิบัติงาน โดยหนึ่งในนั้น คือ การคิดเชิงคำนวณ (NGSS Lead State, 2013) สำหรับประเทศไทยก็ได้มีการผลักดันวิชาวิทยาการคำนวณเข้ามาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณให้กับนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

มีนักการศึกษาหน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงคำนวณไว้มีรายละเอียดดังนี้

Wing (2006) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา การออกแบบระบบ และความเข้าใจในการทำงาน โดยใช้กรอบแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาการคอมพิวเตอร์

Wing (2010) ได้เสนอเพื่อขยายความหมายของการคิดเชิงคำนวณว่าเป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดปัญหาและสร้างวิธีการแก้ปัญหา โดยส่งผลไปสู่ปลายทางที่ทำให้คอมพิวเตอร์หรือมนุษย์จัดการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

CSTA & ISTE (2011) สมาคมครูวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science Teachers Association) และสมาคมเทคโนโลยีการศึกษานานาชาติ (International Society for Technology in Education) ได้สร้างนิยามของการคิดเชิงคำนวณไว้ว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีลักษณะดังนี้กำหนดปัญหาโดยสามารถใช้เครื่องมือในการช่วยแก้ปัญหา จัดการและวิเคราะห์

ข้อมูลเชิงตรรกะ แสดงข้อมูลในเชิงนามธรรม แก้ไขปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน วิเคราะห์และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ และประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่เคยใช้ไปสู่อื่น ๆ

Aho (2012) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณ คือวิธีการคิดที่เกี่ยวกับการกำหนดปัญหา โดยสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหามาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน

NGSS Lead State (2013) ได้กำหนดความหมายว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถในการใช้เครื่องมือและกรอบแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ในการจัดการปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์

Barefoot (2014) นำเสนอว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นวิธีการคิดที่ช่วยให้มนุษย์สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาจใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือช่วยแก้ปัญหาก็ได้

Helfant (2017) ได้เสนอว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลและแนวคิดต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนระบุปัญหาและควบคุมคอมพิวเตอร์ในการช่วยแก้ไขปัญหา

Yadav, Gretter, Good, and Mclean (2017) นำเสนอการคิดเชิงคำนวณไว้ว่าเป็นการแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้หลักการเชิงคำนวณ เช่น การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การแยกส่วนประกอบหรือส่วนย่อยของปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นต้น

Yadav, Gretter, Good, and Mclean (2017) นำเสนอการคิดเชิงคำนวณไว้ว่าเป็นการแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้หลักการเชิงคำนวณ เช่น การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การแยกส่วนประกอบหรือส่วนย่อยของปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นต้น

McKenna (2017) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณคือทักษะกระบวนการที่นักเรียนค้นหาและพิจารณาปัญหา จัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่ออกแบบไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อปรับปรุงแก้ไข

บัญญัติ พูลสวัสดิ์ (2559) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นการคิดที่ต้องใช้ทักษะและเทคนิคเพื่อแก้ไขปัญหาย่างเช่นที่ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Developer) หรือ วิศวกรซอฟต์แวร์ (Software Engineer) ใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งแก่นแท้คือการแก้ปัญหาแบบมีลำดับขั้นตอนให้กลายเป็นเรื่องที่สายอาชีพอื่น ๆ สามารถนำแนวคิดลำดับขั้นตอนไปแก้ปัญหา

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการคิดแก้ไขปัญหาย โดยวิเคราะห์ข้อมูลและรายละเอียดของปัญหา หาความสัมพันธ์ของปัญหา และวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนเพื่อให้วิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นรูปแบบที่ผู้แก้ปัญหาสามารถปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ

มีนักการศึกษาจำนวนมากได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณและได้กำหนดองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณที่มีลักษณะร่วมกันในบางองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งแสดงรายละเอียดของการศึกษาดังนี้

Selby (2015) ได้นำเสนอองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย การแยกส่วนปัญหา (Decomposition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm Design) และการประเมินผล (Evaluation) โดยสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณดังกล่าวกับระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonomy) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดเชิงคำนวณและระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม

องค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ	ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม
-	ความรู้ความจำ
-	ความเข้าใจ
การแยกส่วนปัญหาและการคิดเชิงนามธรรม	การนำไปใช้
	การวิเคราะห์
การออกแบบขั้นตอนวิธี	การสังเคราะห์
การประเมินผล	การประเมินผล

Rodriguez (2015) ได้ออกแบบการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนวิทยาการคอมพิวเตอร์แบบถอดสาย (Computer Science Unplugged) โดยได้แบ่งองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณไว้ 5 องค์ประกอบด้วยกัน ได้แก่ การแทนค่าข้อมูล (Data Representation) การแยกส่วนย่อย (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการคิดขั้นตอนวิธี (Algorithmic Thinking)

Burton, Cleary and Kitsantas (2018) ได้นำเสนอองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณประกอบด้วย การแบ่งปัญหาหรือข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหาที่มากขึ้น (Decomposition) การค้นหาและจำรูปแบบหรือแนวโน้ม (Pattern Recognition) การสร้างชุดคำสั่งที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน (Algorithms) และการบอกหลักการทั่วไปที่

สามารถสร้างรูปแบบของวิธีการแก้ไขปัญหาที่พบได้ (Abstraction)

สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2559) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยการใช้ทักษะย่อย 4 ประการ ได้แก่

1) การแยกย่อย (Decomposition) เช่น แยกปัญหาหรือกระบวนการออกเป็น ส่วนย่อยเพื่อให้จัดการได้ง่ายขึ้น จัดได้ว่าเป็นการใช้ความคิดวิเคราะห์

2) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) เพื่อดูความเหมือนความต่างของรูปแบบการเปลี่ยนแปลง ทำให้ทราบแนวโน้มเพื่อทำนายไปข้างหน้าได้ เช่น ผู้เล่นหุ้นดูราคาทองคำกับตลาดหุ้นกลุ่มพลังงาน จะเห็นรูปแบบที่สัมพันธ์กับราคาน้ำมัน เป็นต้น จัดเป็น การใช้ความคิดวิเคราะห์ที่เชื่อมโยง

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นทักษะที่ช่วยให้เข้าใจภาพทั่วไป ทำให้ได้หลักการที่เกิดรูปแบบขึ้น ทักษะนี้ช่วยชักนำให้บุคคลคิดคำตอบเชิงนามธรรมขึ้นมาเองเป็นทักษะสำคัญที่ทำให้เกิดหลักความรู้หรือทฤษฎี

4) การออกแบบขั้นตอน (Algorithm Design) เป็นทักษะที่สร้างลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา ทำให้ทราบว่าต้องทำอะไรก่อนและหลัง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้จัดทำแบบเรียนสำหรับนักเรียนไทยและนำเสนอว่า การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นความสามารถพื้นฐานของการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และได้กำหนดองค์ประกอบการคิดเชิงคำนวณไว้ 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1) การคิดแบบแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) เป็นการพิจารณาและแบ่งปัญหาหรืองาน ออกเป็นส่วนย่อยเพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

2) การหารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition) เป็นการพิจารณารูปแบบ แนวโน้มของข้อมูลหรือปัญหา และพิจารณาความคล้ายหรือความเหมือนกันของปัญหาย่อยที่อยู่ใน ปัญหาเดียวกันหรือความเหมือนกันของรูปแบบการแก้ปัญหา

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของ ปัญหา แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ

4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นการออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา หรือการทำงานโดยมีลำดับคำสั่งที่ชัดเจน

จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณของนักการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ พบว่ามีลักษณะขององค์ประกอบที่สอดคล้องและคล้ายคลึงกัน โดยเมื่อพิจารณาองค์ประกอบตรรกะ (Logic) นั้นวิเคราะห์ได้ว่าเป็นความสามารถที่ถูกใช้กับการหารูปแบบเนื่องจากต้องหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในการพิจารณาความเหมือนหรือความคล้ายของรูปแบบ และองค์ประกอบที่ประเมินผล

(Evaluation) วิเคราะห์ได้ว่าเป็นความสามารถที่ถูกใช้ร่วมกับการออกแบบขั้นตอนวิธี เนื่องจากในการออกแบบขั้นตอนวิธีนั้นต้องดำเนินการโดยใช้การตัดสินใจและประเมินขั้นตอนที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การคิดเชิงคำนวณ เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยมีลักษณะขององค์ประกอบย่อยที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (decomposition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การหารูปแบบ (Pattern recognition) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms)

5.3 แนวทางการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

Bienkowski (2015) สำหรับแนวทางการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถจัดทำได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น การสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Tests) การวิเคราะห์ชิ้นงาน (Analysis of Artifacts Produced) เป็นต้น

Dolgopolas, Jevsikova, Savulioniene and Dagiene, (2015) Bebras tasks เป็นหนึ่งในเครื่องมือวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณรูปแบบการสอบข้อเขียน ประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) โดยแบบทดสอบแต่ละหัวข้อ ส่งเคราะห์มาเพื่อวัดบางองค์ประกอบหรือทุกองค์ประกอบย่อยของทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Components of Computational Thinking) ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหา โดยแสดงตัวอย่างแบบทดสอบได้ดังนี้

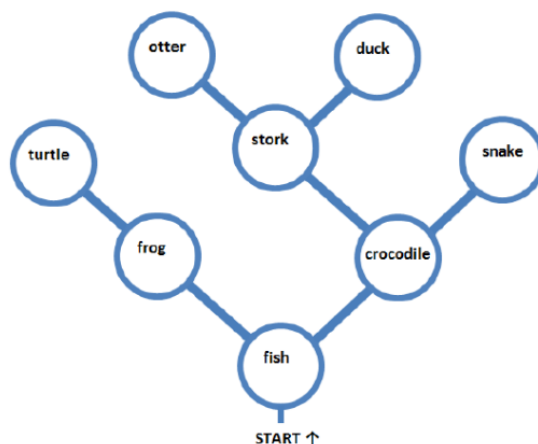
ตัวอย่างแบบทดสอบหัวข้อ Beaver in his canoe ใน Bebras tasks ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

สถานการณ์ : บีเวอร์ตัวหนึ่งกำลังพายเรือแคนูอยู่ในแม่น้ำซึ่งประกอบไปด้วยทะเลสาบเล็กๆ ที่ถูกเชื่อมต่อกันด้วยแม่น้ำแสดงดังรูป บีเวอร์ชอบทุกทะเลสาบและต้องคิดขั้นตอนวิธีในการไปถึงทุกทะเลสาบ มันรู้ว่าแต่ละทะเลสาบมีแม่น้ำมากที่สุดได้เพียงสามสายที่เชื่อมต่อกับทะเลสาบอยู่ เมื่อบีเวอร์เริ่มพายเรือมาถึงทะเลสาบแต่ละแห่งและต้องการพายเรือไปต่อ มันจะต้องตัดสินใจตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- 1) ถ้ามีแม่น้ำสองสายที่มันยังไม่เคยไป มันจะพายเรือไปตามแม่น้ำที่อยู่ด้านซ้ายมือ
- 2) ถ้ามีแม่น้ำเพียงแคสายเดียวที่มันยังไม่เคยไป มันจะพายเรือไปตามแม่น้ำสายนั้น
- 3) ถ้าบีเวอร์เคยพายเรือผ่านแม่น้ำทุกสายที่อยู่รอบทะเลสาบแล้ว มันจะพายเรือจาก

ทะเลสาบที่มันอยู่ไปยังทะเลสาบก่อนหน้าที่มันเคยอยู่

บีเวอร์จะหยุดการพายเรือแคนู ถ้ามันพบทุกอย่างที่มันต้องการและพายเรือกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยในแต่ละทะเลสาบบีเวอร์จะพบกับสัตว์แต่ละชนิดที่แตกต่างกันแสดงดังรูป และบีเวอร์จะเขียนบันทึกชื่อสัตว์แต่ละชนิดที่เจอในครั้งแรกตลอดเส้นทางจนกว่าจะไปถึงครบทุกทะเลสาบ



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแบบทดสอบ Bebras tasks แสดงแผนผังของแม่น้ำและทะเลสาบ
(ที่มา: Dolgopolovas et al., 2015)

คำถาม: ข้อใดเป็นลำดับสัตว์ที่ปีเวอจะเขียนบันทึกลงไปในการเดินทางครั้งนี้

- ปลา กบ จระเข้ เต่า นกกระสา งู นาก เป็ด
- ปลา จระเข้ งู นกกระสา เป็ด นาก กบ เต่า
- ปลา กบ เต่า จระเข้ นกกระสา นาก เป็ด งู
- ปลา กบ เต่า

สำหรับคำตอบที่ถูกต้องคือ ตัวเลือก c. ปลา กบ เต่า จระเข้ นกกระสา นาก เป็ด งู และสามารถวิเคราะห์หองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการคิดเชิง ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาในตัวอย่างดังกล่าวได้ดังนี้

1) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction): เข้าใจรูปแบบของระบบจริง (Real Objects) สำหรับตัวอย่างได้แก่ การใช้โครงสร้างต้นไม้ทวิภาค (Binary Tree) แทนลักษณะของทะเลสาบและแม่น้ำ

2) การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition): ตรวจสอบเงื่อนไขแต่ละข้อและนำไปใช้แก้ปัญหาตามโครงสร้างต้นไม้แต่ละส่วน

3) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms): สำหรับตัวอย่างดังกล่าวไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างหรือพัฒนาขั้นตอนวิธี แต่การระบุคำตอบได้ถูกต้อง แสดงให้เห็นถึงการเข้าใจและมีการวางลำดับขั้นตอนวิธีในการบรรลุลูกานหรือแก้ไขปัญหา

องค์กร Code.org (2015) ได้แสดงตัวอย่างวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นแบบวัดรูปแบบการสอบข้อเขียน ประเภทการเขียนตอบแบบอัตนัย แสดงตัวอย่างดังแผนภาพที่ 3

Name: _____ Date: _____



Unplugged

Computational Thinking

Lesson Assessment



Look at the problems below. Circle the matching sections and underline the places where there are differences. Once you've done that, write a template to create more phrases with the same pattern.

The first one has been done for you.

- 1) Triangles have three sides. Squares have four sides.
have sides.
- 2) It's fun to read books. It's fun to read magazines.

- 3) I love my cat's whiskers. I love my dog's tail.
 I love my horse's tail. I love my cat's tail.

ภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

(ที่มา: Code.org, 2015)

ตัวอย่างแบบทดสอบดังกล่าวมีคำสั่งให้นักเรียนวงกลมส่วนย่อยของประโยคที่มีความเหมือนกันและขีดเส้นใต้ส่วนย่อยของประโยคที่แตกต่างกัน จากนั้นใช้โครงสร้างคำที่เป็นรูปแบบของประโยคเขียนประโยคใหม่ขึ้นมา สามารถวิเคราะห์ห่องค์ประกอบย่อยของทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ดังนี้

1) การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition): นักเรียนสามารถแยกคำออกเป็นส่วนที่มีความเหมือนและแตกต่างกันระหว่างประโยคใด ๆ ที่โจทย์กำหนด

2) การหารูปแบบ (Pattern Recognition): นักเรียนสามารถระบุคำที่เหมือนกันในแต่ละประโยคได้

Rodriguez (2015) ได้ออกแบบเครื่องมือวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนโดยสร้างเครื่องมือวัดแบบการสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) ลักษณะให้เขียนตอบแบบอัตนัย และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Scoring) สามารถแสดงแบบวัดได้ดังตัวอย่างแบบทดสอบต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบทดสอบการค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดของ Rodriguez

คอมพิวเตอร์เก็บข้อมูลแบบระบบเลขฐานสองแม้แต่ตัวอักษร A-Z ก็ถูกเก็บในลักษณะของระบบเลขฐานสอง ในบางครั้งคอมพิวเตอร์ก็เกิดข้อผิดพลาดในการส่งและรับข้อมูลการค้นหาข้อผิดพลาด (Error Detection)

ก่อนที่จะแปลงข้อมูลระบบเลขฐานเป็นอักษรนั้น จำเป็นต้องตรวจสอบว่าชุดข้อมูลมีข้อผิดพลาดหรือไม่โดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบ parity bits คอลัมน์ทางด้านขวาสุดและแถวล่างสุดของตารางคือ parity bits

หมายเหตุ : วิธีการเติม parity bit คือให้เติม 0 ถ้าชุดเลขฐานสองนั้น ๆ ประกอบด้วยเลข 1 เป็นจำนวนคู่ และให้เติม 1 ถ้าชุดเลขฐานสองนั้น ๆ ประกอบด้วยเลข 1 เป็นจำนวนคี่

0 0 0 1 0	0 0 0 0 0	1 0 0 0 1	0
0 0 0 1 1	0 1 1 1 0	0 0 1 1 0	1
0 0 0 0 1	0 1 0 0 0	1 0 0 1 1	1
0 0 0 0 0	0 0 1 1 0	0 0 1 1 0	0

การแก้ไขข้อผิดพลาด (Error Correction)

หลังจากทราบข้อผิดพลาด จึงสั่งให้คอมพิวเตอร์ส่งกลับชุดตัวเลขที่ผิดพลาดออกไปและคอมพิวเตอร์ตอบกลับมาด้วยเลขชุดใหม่คือ 1 0 0 1 1

1. จงระบุชุดเลขฐานสองที่ทําให้เกิดข้อผิดพลาดในการแปลงข้อมูลและเขียนเลขชุด 1 0 0 1 1 บนตัวเลขชุดเดิมที่มีข้อผิดพลาดทับลงไปพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของ parity bit อีกครั้ง

ถ้ามั่นใจว่าไม่มีข้อผิดพลาดอะไรอีกแล้ว ให้ถอดรหัสชุดเลขในแต่ละแถวออกมาเป็นตัวอักษร โดยใช้ตารางแปลงข้อมูลด้านล่างในการถอดรหัสเป็นข้อความตัวอักษร (ไม่ต้องแปลงชุดเลข parity bit ที่อยู่คอลัมน์ด้านขวาสุดและแถวล่างสุดของตาราง) ตารางแปลงข้อมูล

A: 00000	E: 00100	I: 01000	M: 01100	Q: 10000	U: 10100	
B: 00001	F: 00101	J: 01001	N: 01101	R: 10001	V: 10101	Y: 11000
C: 00010	G: 00110	K: 01010	O: 01110	S: 10010	W: 10110	Z: 11001
D: 00011	H: 00111	L: 01011	P: 01111	T: 10011	X: 10111	

เมื่อเราต้องการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ เราจำเป็นต้องเติม parity bits ในชุดเลขฐานสองก่อนส่ง

2. จงเติม parity bits ลงในคอลัมน์และแถวที่ว่างในตารางด้านล่างนี้

1 0 0 1 1	0 0 0 0 0	0 0 1 1 0	
0 1 1 0 0	1 0 1 0 0	0 0 1 1 0	
1 0 0 0 1	0 1 1 1 0	1 0 0 1 1	

Rodriguez (2015) แบบทดสอบชุดนี้ถูกออกแบบเพื่อวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณด้านการแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition) และการหารูปแบบ (Pattern Recognition)

Brackmann, Gonzalaz, Robles and Leon (2017) ได้ออกแบบเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ โดยสร้างแบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณรูปแบบการสอบข้อเขียนประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) ซึ่งในแบบทดสอบแต่ละข้อสามารถวิเคราะห์การวัดองค์ประกอบย่อยของทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ดังตัวอย่างนี้

ตัวอย่างแบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณของ Brackmann, Gonzalaz, Robles and Leon (2017) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

คำถาม: ชุดคำสั่งใดที่สามารถนำแพ็คแมนไปสู่ผีได้ตามเส้นทางที่ถูกระบุไว้

Which instructions take Pac-Man to the ghost by the path marked out?

Option A

```
repeat 3 times
do
repeat 3 times
do
move forward
turn right 90°
move forward
```

Option B

```
repeat 3 times
do
repeat 3 times
do
move forward
turn right 90°
move forward
```

Option C

```
repeat 3 times
do
repeat 4 times
do
move forward
turn right 90°
move forward
```

Option D

```
repeat 4 times
do
move forward
repeat 3 times
do
turn right 90°
move forward
```

ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำถามจากแบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณของ Brackmann

(ที่มา: Brackmann et al., 2017)

จากแผนภาพที่ 3 คำตอบที่ถูกต้องคือ ตัวเลือก B และสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบย่อยของทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ดังนี้

1) การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา (Decomposition): วิเคราะห์เส้นทางการเคลื่อนที่และแบ่งช่องทางการเคลื่อนที่แต่ละก้าวของแพ็คแมนไปสู่การกินผี

2) การหารูปแบบ (Pattern Recognition): หารูปแบบการเคลื่อนที่ซ้ำของแพ็คแมนภายในเส้นทางที่กำหนดได้ (เดินหน้า 4 ครั้ง และเลี้ยวขวา 1 ครั้ง)

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction): มุ่งความสนใจไปที่ลักษณะการแก้ปัญหา กล่าวคือ สนใจเฉพาะเส้นทางที่ถูกกำหนดไว้เท่านั้น เพื่อนำไปสู่ชุดคำสั่งของเส้นทางดังกล่าว

4) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithms): พิจารณาขั้นตอนวิธีที่สามารถทำให้แพ็คแมนเดินทางไปถึงผีได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การออกแบบการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถสร้างสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาในการวัดที่ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกซึ่งความสามารถในการคิดเชิงคำนวณด้านต่าง ๆ และมีแนวทางการสร้างเครื่องมือวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งสามารถออกแบบได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณลักษณะให้เลือกตอบ (Multiple Choices) และแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณลักษณะให้เขียนตอบซึ่งเป็นแบบวัดประเภทอัตนัย โดยผู้วิจัยสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย เรื่องสถิติ จำนวน 3 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์ จะมีข้อความย่อยข้อละ 5 ข้อคำถามย่อย รวมทั้งสิ้น 15 ข้อ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ประกอบไปด้วย 5 ข้อคำถามย่อย ข้อคำถามย่อยละ 3 คะแนน รวมเป็น 15 คะแนน/ข้อ โดยในองค์ประกอบที่ 1 การแยกย่อยปัญหา ผู้วิจัยได้สร้างข้อความ 2 ข้อ เพื่อให้นักเรียนมีการแยกย่อยปัญหาที่ชัดเจน ซึ่งในการแยกส่วนประกอบ จะเป็นการให้นักเรียนหาสิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้ และ การแยกย่อยปัญหา จะเป็นการให้นักเรียนหาปัญหาของสถานการณ์นั้น ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ สร้างข้อความองค์ประกอบละ 1 ข้อ เพื่อใช้วัดองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ รวมทั้งสิ้น 45 คะแนน

5.4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

นักการศึกษาได้ออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณตามลักษณะของแบบวัด ดังนี้

1. เกณฑ์การให้คะแนนแบบ 0-1 หรือ ตอบผิดได้ 0 คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน เป็นการให้คะแนนในแบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบประเภทการเลือกตอบ (Multiple Choices) โดยให้คะแนนเพียงสองค่าในแต่ละข้อความ (Dolgopolovas et al., 2015; Brackmann et al., 2017)

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค เป็นการให้คะแนนในแบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย โดย Rodriguez (2015) ได้ออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อความเป็นช่วงจำนวน 4 ช่วง ตั้งแต่ 0-3 คะแนน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคในแต่ละข้อความจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานการณ์ปัญหาของแต่ละข้อความโดยเฉพาะ แสดงเกณฑ์คะแนนแบบรูบริคของ Rodriguez ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์คะแนนแบบรูปรีคของแบบทดสอบการค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาดของ Rodriguez

ข้อความถาม	เกณฑ์คะแนน		
	(3)	(2)	(1)
ข้อความถามที่ 1	นักเรียนระบุข้อผิดพลาดได้อย่างถูกต้อง 1 ตำแหน่งเท่านั้น และสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นได้ถูกต้องโดยใช้ชุดตัวเลขที่ถูกส่งกลับไปแทนชุดตัวเลขที่มีข้อผิดพลาด	นักเรียนระบุข้อผิดพลาดได้ 2 ตำแหน่งหรือมากกว่านั้น หรือแก้ไขข้อผิดพลาดโดยเปลี่ยนตัวเลขในแถวหรือคอมลันน์ที่เป็น parity bits	นักเรียนไม่ระบุข้อผิดพลาด หรือไม่แก้ไขข้อผิดพลาดในตาราง
ข้อความถามที่ 2	นักเรียนเติม parity bits ได้ถูกต้องสมบูรณ์ทุกตำแหน่ง	นักเรียนเติม parity bits ได้ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ทุกตำแหน่ง	นักเรียนไม่พยายามเติมหรือไม่สามารถเติม parity bits ได้ถูกต้องเลย

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถออกแบบได้สองลักษณะแบ่งตามประเภทของแบบทดสอบ ได้แก่ การให้คะแนนแบบ 0-1 ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทการเลือกตอบ และการให้คะแนนแบบรูปรีค ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย โดยผู้วิจัยสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 3 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์ จะมีข้อความย่อยข้อละ 5 ข้อคำถามย่อย รวมทั้งสิ้น 15 ข้อ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ ประกอบไปด้วย 5 ข้อคำถามย่อย ข้อคำถามย่อยละ 3 คะแนน รวมเป็น 15 คะแนน/ข้อ โดยในองค์ประกอบที่ 1 การแยกย่อยปัญหา ผู้วิจัยได้สร้างข้อความ 2 ข้อ เพื่อให้นักเรียนมีการแยกย่อยปัญหาที่ชัดเจน ซึ่งในการแยกส่วนประกอบ จะเป็นการให้นักเรียนหาสิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้ และการแยกย่อยปัญหา จะเป็นการให้นักเรียนหาปัญหาของสถานการณ์นั้น ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ สร้างข้อความองค์ประกอบละ 1 ข้อ เพื่อใช้วัดองค์ประกอบของการคิดเชิงคำนวณ รวมทั้งสิ้น 45 คะแนน

จากที่ผู้วิจัยได้ไปศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และทักษะในการคิดเชิงคำนวณ โดยผู้วิจัยสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างกับทักษะในการคิดเชิงคำนวณ ในรูปแบบตาราง ดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และทักษะการคิดเชิงคำนวณ

โดยในขั้นที่ 1 ของกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะมีความสัมพันธ์ในองค์ประกอบที่ 1 และ 2 ของทักษะการคิดเชิงคำนวณ, ขั้นที่ 2 และ ขั้นที่ 3 ของกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะมีความสัมพันธ์ในองค์ประกอบที่ 3 และขั้นที่ 4 ของกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะมีความสัมพันธ์ในองค์ประกอบที่ 4 ดังตาราง

กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS)	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Ability)
<p>1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>นักเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการหาข้อมูลที่ เป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญห องค์กรประกอบหลักของปัญหา และปัญหาที่แท้จริงที่จะต้องแก้ไข ซึ่งขั้นนี้นักเรียนได้แยกส่วนประกอบต่างๆของปัญหา ว่าจะเป็นส่วนประกอบหลักของปัญหา สิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญหา หรือกระทั่งตัวที่เป็นหาที่แท้จริงที่จะต้องแก้ไข</p>	<p>การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา</p> <p>ความสามารถในการแบ่งหรือ จำแนกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย เพื่อการจัดการได้ง่ายขึ้น</p> <p>การคิดเชิงนามธรรม</p> <p>ความสามารถในการมุ่งคิดไปที่ข้อมูลสำคัญของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา โดยคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป</p>

กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS)	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Ability) การทูลรูปแบบ
<p>2) ขั้นรวบรวมความคิด</p> <p>นักเรียนได้คิด ศึกษา ค้นคว้าหาวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ ในรูปแบบหลากหลายวิธี ที่สามารถนำมาแก้ไขปัญห ได้ หรือจะเป็นการคิดวิธีการแก้ปัญหาขึ้นมาใหม่ที่แตกต่างกันจากวิธีเดิม ๆ ซึ่งขั้นนี้จะเป็นการหารูปแบบหรือวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ที่สามารถแก้ไขปัญห ได้ จากการรวบรวม สืบค้นหรือจากความคิดของนักเรียน หลายคน ซึ่งทำให้เกิดความคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย</p>	<p>ความสามารถในการพิจารณาหา รูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของ ข้อมูล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการ แก้ปัญหา</p>
<p>3) ขั้นเตรียมก่อนลงมือ</p> <p>นักเรียนนำความรู้หรือความคิดต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ มาปรับหรือประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิดวิธีการแก้ปัญหาที่ดี หรือเหมาะสมกับกรแก้ปัญหา และศึกษาหาแนวโน้มน่าสนใจเป็นไปได้อย่างดีของวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถแก้ปัญห ได้ ซึ่งขั้นนี้การนำความรู้ หรือความคิดที่รวบรวมได้มาคัดกรองหรือปรับเปลี่ยน ประยุกต์เพื่อหาวิธีแก้ไขปัญห ที่ดีหรือเหมาะสมกับปัญหามากที่สุดและได้ศึกษาหาแนวโน้มน่าสนใจของวิธีการแก้ปัญหานั้น</p>	
<p>4) ขั้นการวางแผนการดำเนินการ</p> <p>ขั้นนี้นักเรียนทำการสำรวจวิธีการแก้ปัญหาว่าดำเนินมาถูกทิศทางหรือไม่ และทำการออกแบบหรือสร้าง ลำดับวิธีขั้นตอนในการแก้ปัญหา เป็นการเพิ่มศักยภาพในการแก้ปัญหา ก่อนที่จะลงมือแก้ไขปัญห ซึ่งขั้นนี้จะเป็นการสำรวจว่าวิธีการแก้ปัญหาที่ได้มา ว่ามาถูกทิศทางหรือไม่ และทำการเขียนออกแบบ ลำดับวิธีขั้นตอนการแก้ไขปัญห ก่อนที่จะลงมือแก้ไขปัญห</p>	<p>การออกแบบขั้นตอนวิธี</p> <p>ความสามารถในการคิดค้นและ อธิบายขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่าง ชัดเจน</p>

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปัญหาอย่างสร้างสรรค์และทักษะการคิดเชิงคำนวณ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์	กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS)	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Ability)
<p>ชั้นที่ 1 ชั้นทบทวนความรู้</p> <p>ชั้นที่ 2 ชั้นสอนเนื้อหาใหม่</p>	<p>1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำความเข้าใจปัญหา หาสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ท้าองค์ประกอบหลักของปัญหา หาปัญหาที่แท้จริงที่ต้องแก้ไข</p> <p>2) ชั้นรวบรวมความคิด ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูล รวบรวมความคิดต่างๆ ฝึกการคิดการคิดแก้ปัญหาที่แปลกใหม่</p> <p>3) ชั้นเตรียมก่อนลงมือ นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด หรือเหมาะสมกับปัญหามากที่สุด และหาแนวโน้มน่าความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>4) ชั้นการวางแผนการดำเนินการ นักเรียนการตรวจสอบและเขียนออกแบบวิธีขั้นตอนในการแก้ปัญหา</p>	<p>การแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหา</p> <p>ความสามารถในการแบ่งหรือจำแนกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย เพื่อการจัดการได้ง่ายขึ้น</p> <p>การคิดเชิงนามธรรม</p> <p>ความสามารถในการมุ่งคิดไปที่ข้อมูลสำคัญของปัญหา หรือวิธีการแก้ปัญหา โดยคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป</p>
<p>ชั้นที่ 3 ชั้นสรุป</p>		<p>การหารูปแบบ</p> <p>ความสามารถในการพิจารณาหารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของข้อมูล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>การออกแบบขั้นตอนวิธี ความสามารถในการคิดค้นและอธิบายขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน</p>

<p>การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์</p>	<p>กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS)</p>	<p>ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Ability)</p>
<p>ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ</p>	<p>ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจปัญหา หาสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา หาคำศัพท์ประกอบหลักของปัญหา หาปัญหาที่แท้จริงที่ต้องแก้ไข โดยครูจะเป็นคนให้สถานการณ์กับนักเรียนและใช้การสนทนาถามตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา</p> <p>ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิด เป็นการให้นักเรียนฝึกสืบค้นข้อมูล รวบรวมความคิดต่างๆ ฝึกการคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ โดยครูจะใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแก้ปัญหาของสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้มีแนวคิดที่แปลกใหม่</p> <p>ขั้นที่ 3 เตรียมก่อนลงมือ เป็นการฝึกให้นักเรียนหาวิธีที่ดีหรือเหมาะสมกับปัญหามากที่สุด และฝึกหาแนวโน้มนำความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา โดยครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นแนวคิดให้กับนักเรียนในการเลือกวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา</p>	<p>การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา ความสามารถในการแบ่งหรือจำแนกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย เพื่อการจัดการได้ง่ายขึ้น</p> <p>การคิดเชิงนามธรรม ความสามารถในการมุ่งคิดไปที่ข้อมูลสำคัญของปัญหา หรือวิธีการแก้ปัญหา โดยคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป</p> <p>การหารูปแบบ ความสามารถในการพิจารณาหารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของข้อมูล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>การออกแบบขั้นตอนวิธี ความสามารถในการคิดค้นและอธิบายขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน</p>

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์	กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS)	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Ability)
	<p>ขั้นที่ 4 การวางแผนการดำเนินการ</p> <p>เป็นการฝึกให้นักเรียนตรวจสอบและเขียนออกแบบวิธีขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยครูจะใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาของนักเรียน</p>	
<p>ขั้นที่ 5 ชี้นำความรู้ไปใช้</p>	<p>ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา</p> <p>ให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา หาสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ทหองค์ประกอบหลักของปัญหา หาปัญหาที่แท้จริงที่ต้องแก้ไข โดยครูจะเป็นคนให้สถานการณ์กับนักเรียน</p> <p>ขั้นที่ 2 รวบรวมความคิด</p> <p>ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมความคิดต่างๆ หรือการคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ โดยครูรออำนวยความสะดวกต่อการสืบค้นข้อมูลแก่นักเรียน เช่น การตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย</p> <p>ขั้นที่ 3 เตรียมก่อนลงมือ</p> <p>ให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีหรือเหมาะสมกับปัญหามากที่สุด และหาแนวโน้มน่าสนใจ</p>	<p>การแยกส่วนประกอบและการย่อปัญหา</p> <p>ความสามารถในการแบ่งหรือจำแนกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย เพื่อการจัดการได้ง่ายขึ้น</p> <p>การคิดเชิงนามธรรม</p> <p>ความสามารถในการมุ่งคิดไปที่ข้อมูลสำคัญของปัญหา หรือวิธีการแก้ปัญหา โดยคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป</p> <p>การหารูปแบบ</p> <p>ความสามารถในการพิจารณาหารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของข้อมูล เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวิธีการแก้ปัญหา</p>

<p>การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์</p>	<p>กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS)</p> <p>ได้ของวิธีการแก้ปัญหา โดยครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นแนวคิดให้กับนักเรียนในการเลือกวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา</p> <p>ขั้นที่ 4 การวางแผนการดำเนินการ</p> <p>ให้นักเรียนตรวจสอบและเขียนออกแบบวิธีขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยครูจะใช้คำถามที่เกี่ยวข้องลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาของนักเรียน</p>	<p>ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Ability)</p> <p>การออกแบบขั้นตอนวิธี</p> <p>ความสามารถในการคิดค้นและอธิบายขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน</p>
<p>ขั้นที่ 6 ชั้นประเมินผล</p>		

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อารีย์ วชิรวราการ (2542) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้านและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ แต่คนส่วนมากเข้าใจว่าผลสัมฤทธิ์เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนภายในโรงเรียน และมองในแง่ความรู้ความสามารถทางสมองเท่านั้น ในทางที่เป็นจริงแล้วความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมล้วนก็เป็นผลจากการฝึกสอนและอบรม ซึ่งก็นับเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้การศึกษา ค้นคว้า อบรม การสั่งสอนหรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับจากทางโรงเรียน บ้านและแหล่งอื่น ๆ

สมนึก ภัททิยธนี (2558) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วมี 2 ประเภทคือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐานล้วน

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการวัดความสามารถของนักเรียนจากเนื้อหาในรายวิชานั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วยความรู้ ความสามารถซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการเรียนรู้และได้รับจากกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้นิยามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการจัดการเรียนรู้ที่วัดได้จากการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูม แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการประยุกต์ใช้ ระดับการวิเคราะห์ และระดับการสังเคราะห์

6.2 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวถึง ผลงานทางวิชาการของเบนจามิน บลูม (Benjamin S. Bloom) ที่มีชื่อ อนุกรมวิธานของบลูม (Blooms' Taxonomy) ซึ่งก็คือการจัดจำแนกการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) และด้านจิตพิสัย (Affective Domain) สำหรับด้านพุทธิพิสัยนั้น บลูมได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1) ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนสามารถตอบเกี่ยวกับสาระหรือข้อเท็จจริง ค่านิยม ชื่อ สูตรต่าง ๆ หลักเกณฑ์ ทฤษฎี การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมว่าใช้ความสามารถในการจำและระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือเคยพบมาแล้วมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากความจำ เช่น

- สิ่งแวดล้อมหมายถึงอะไร
- ระบบสุริยะประกอบด้วยอะไรบ้าง
- โมเลกุลคืออะไร

2) ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้ทั้งด้านความหมายความสัมพันธ์ และความรู้ที่เป็นโครงข่ายระหว่างแนวคิด (Network of Concepts) ทั้งหมดที่เรียน การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมหรือใช้ความสามารถในการอธิบาย บรรยาย แปลความหมาย ขยายความ สรุปอ้างอิง จากข้อมูล (Data) ที่ผ่านการประมวลเป็นสารสนเทศ (Information) แล้ว เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น

- เพราะเหตุใดในทะเลทรายจึงมีพืชดำรงชีวิตอยู่ได้น้อย
- ทำไมดวงจันทร์จึงมีลักษณะแตกต่างกันในแต่ละคืน
- เพราะเหตุใดจึงต้องสร้างเขื่อนให้ฐานเขื่อนมีความกว้างกว่าสันเขื่อน

3) ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ (Application) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการหาคำตอบและแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการนำเอาข้อเท็จจริง (Fact) ความคิด (Idea) หลักการ (Principle) กฎ (Law) วิธีการหรือสูตรต่าง ๆ มาใช้ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการนำไปใช้ เช่น

- ถ้าอุ่นแกงไปเรื่อย ๆ จะเกิดอะไรขึ้นบ้าง
- ในการทำน้ำเชื่อม ถ้าอยากให้น้ำตาลทรายทั้งหมดละลายได้เร็วขึ้นจะทำอย่างไรได้บ้าง
- เราจะวัดความสูงของต้นไม้ได้อย่างไร

4) ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ (Analyzation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและลึกซึ้ง เนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลที่มีอยู่ได้โดยตรงมี 2 ลักษณะ คือ

4.1) วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุปและหลักการที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

4.2) วิเคราะห์ข้อสรุป ข้ออ้างอิงหรือหลักการต่าง ๆ เพื่อหาหลักฐานที่สนับสนุนหรือปฏิเสธข้อความนั้นการประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ หาความสัมพันธ์และหลักการของเรื่องนั้นมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์ เช่น

- การทดลองนี้ นักเรียนต้องควบคุมอะไรให้คงที่บ้าง
- ดาวศุกร์และโลกมีอะไรเหมือนกันและแตกต่างกันบ้าง

- ถ้าน้ำมันปิโตรเลียมและแก๊สธรรมชาติหมดไปจากโลก จะส่งผลต่อมนุษย์
อย่างไรบ้าง

5) ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียน
สามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ทำนายสถานการณ์ในอนาคต คิดวิธีแก้ไขปัญหา การประเมินการเรียนรู้
ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันหรือ
สร้างรูปแบบหรือแนวคิดใหม่หรือการปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้นมาตอบคำถาม
ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสังเคราะห์ เช่น

- เราจะวางแผนการบันทึกจำนวนแมลงที่บินเข้าและออกจากสวนได้
อย่างไร

- ถ้าต้องอธิบายเรื่องความหนาแน่นให้น้องชั้น ป.4 เข้าใจ จะมีวิธีการ
อย่างไรบ้าง

- ถ้าต้องสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะของอะตอมอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้
เหมือนจริงมากกว่าแบบจำลองที่ทำไว้ก่อนหน้านี้ได้อย่างไรบ้าง

6) ระดับที่ 6 ระดับการประเมินผล (Evaluation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่นักเรียน
ต้องใช้การตัดสินใจคุณค่า โดยต้องมีการตั้งเกณฑ์ในการประเมินและแสดงความเห็นในเรื่องนั้น ๆ ได้
การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้นักเรียนใช้ความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินโดยใช้
เหตุผลมาตอบคำถามตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินผล เช่น

- นักเรียนคิดว่าเหตุผลของนักดาราศาสตร์ในการตัดสินให้ดาวพลูโตเป็น
ดาวเคราะห์แคระในระบบสุริยะเพียงพอแล้วหรือไม่ เพราะเหตุใด

- นักเรียนคิดว่า การค้นพบทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์มีประโยชน์
หรือไม่ เพราะเหตุใด

- หากประเทศไทยจะประกาศให้การโคลนเป็นเรื่องที่ทำได้โดยถูกกฎหมาย
นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะเหตุใด

Anderson and Krathwohl (2001 อ้างในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี, 2560) ได้ทบทวนและปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูม โดยใช้ชื่อว่า อนุกรมวิธานการ
เรียน การสอน และการประเมินหรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised
Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยการเปลี่ยน
แต่ละระดับของบลูมจากคำนามให้เป็นคำกริยาเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนา
สติปัญญาด้านพุทธิพิสัยซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1.) ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้วสามารถนำความรู้ที่อยู่ในความทรงจำออกมาได้ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความรู้ที่เกิดจากการจำ เช่น

- อะตอมคืออะไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง
- สมการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นอย่างไร

2.) ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบาย สื่อสาร หรือแสดงให้เห็นความเข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด หรือความรู้ที่ได้เรียนซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น อธิบาย จำแนก เปรียบเทียบ สร้างแผนภูมิหรือแผนผังตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินความเข้าใจ เช่น

- แร่งสัมผัสและแรงแม่สัมผัสเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร
- แผนภูมิแสดงความสูงของพืชแต่ละชนิดในหนึ่งสัปดาห์สามารถ

อธิบายเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างไร

- เพราะเหตุใดนักบินอวกาศจึงต้องสวมชุดอวกาศเมื่อออกไป

ปฏิบัติภารกิจภายนอกยานอวกาศ

3.) ระดับที่ 3 ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถลงมือทำหรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประยุกต์ใช้ เช่น

- จะเกิดอะไรขึ้นถ้าแก๊สที่กำลังเดือดได้รับพลังงานความร้อนมาก

ขึ้น

- ถ้านำพืชแต่ละชนิดไปวางไว้ในที่ที่ไม่มีแสงแดดส่องถึง พืชแต่ละ

ชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

- จะเลือกใช้วัสดุชนิดใดมาสร้างเสื่อกันฝน เพราะเหตุใด

4.) ระดับที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถแจกแจงแยกแยะสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อย ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนย่อยกับสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ที่ได้แยกแยะออกมาตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการวิเคราะห์ เช่น

- ปากใบมีความสำคัญอย่างไรต่อการทำหน้าที่ของใบพืช
- การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารมีผลต่อการเกิดลมอย่างไร
- ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำแข็งขั้วโลก และแต่

ละปัจจัยมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

5.) ระดับที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีวิพากษ์ (Criticize) ตรวจสอบ (Checking) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการประเมินค่า เช่น

- แบบจำลองใดที่อธิบายเกี่ยวกับระบบสุริยะได้ครบถ้วนและใกล้เคียงกับข้อเท็จจริงมากที่สุด

- ถ้าต้องอธิบายเรื่องความหนาแน่นให้น้องชั้น ป.4 เข้าใจ จะมีวิธีการอย่างไรบ้าง

- ถ้าต้องสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะของอะตอมอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้เหมือนจริงมากกว่าแบบจำลองที่ทำไว้ก่อนหน้านี้ได้อย่างไรบ้าง

6.) ระดับที่ 6 สร้างสรรค์ (Create) เป็นระดับที่นักเรียนสามารถนำส่วนย่อยต่าง ๆ หรือองค์ประกอบย่อยเข้ามาเชื่อมโยงกันเป็นภาพรวมของสิ่งของวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยผ่านการออกแบบ การวางแผน การสร้าง การผลิต การก่อให้เกิด (Generating) ตัวอย่างคำถามเพื่อประเมินการสร้างสรรค์ เช่น

- เสนอแนวทางอื่น ๆ ที่จะทำให้ประเทศไทยมีพลังงานไว้ใช้ผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอต่อความต้องการของคนทั้งประเทศ

- นักเรียนเห็นด้วยกับการนำเทคโนโลยีตัดต่อพันธุกรรมมาใช้กับผลผลิตทางการเกษตรหรือไม่ เพราะเหตุใด

- เพราะเหตุใดหมาป่าจึงไม่สามารถทำลายบ้านของหนูตัวที่ 3 ได้

นันทภัส นิยมทรัพย์ (2560) กล่าวถึง คำอธิบายและคำกริยาที่ใช้ในอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูมมีรายละเอียดดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงอนุกรมวิธานด้านพุทธิพิสัยฉบับปรับปรุงของบลูม (นันทภัส นิยมทรัพย์, 2560)

ระดับพุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
จำได้	การระลึกได้ถึงข้อเท็จจริง ข้อความหรือความรู้เฉพาะด้าน โดยการระลึกได้จากความจำระยะยาว	นับ	ระบุ	เรียก
		นิยาม	ทำเครื่องหมาย	ท่อง
		บรรยาย	ใส่รายการ	บันทึก
		วาด	บอกตำแหน่ง	เล่าเหตุการณ์
		ค้นหา	บอกชื่อ	บอก

ระดับ พุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
เข้าใจ	การเข้าใจ และการสร้าง ความหมายด้วยปากเปล่า การ เขียน และการสื่อสารด้วย ภาพกราฟิก	แบ่งประเภท บรรยาย อภิปราย ยกตัวอย่าง อธิบาย	อ้างถึง ระบุ ตีความ โครงร่าง ถอดความ	แทนที่ เรียบเรียงใหม่ สรุป บอก แปล
ประยุกต์	การใช้หรือการปฏิบัติ กระบวนการในสถานการณ์ใหม่ ที่เป็นรูปธรรม	นำไปปฏิบัติ แบ่งประเภท คำนวณ แสดงให้เห็น กำหนด/ ตัดสินใจ	วาด ดำเนินการ แสดง ภาพประกอบ ใช้อุปกรณ์ วางแผน	เลือก แสดงให้เห็น แก้ปัญหา ถ่ายโอน ใช้
วิเคราะห์	การแยกส่วนจากองค์รวมไปสู่ ส่วนย่อยและทำความเข้าใจ บทบาทของแต่ละส่วนย่อยนั้น การบอกความสัมพันธ์ของ ส่วนย่อยนั้น และความสัมพันธ์ ของเป้าหมายโดยรวมหรือ โครงสร้างโดยรวม	วิเคราะห์ จำแนก/ แยกแยะ จัดหมวดหมู่ ให้ คุณลักษณะ เปรียบเทียบ	บอกสิ่งที่ขัดแย้ง ถอดโครงสร้าง บอกความ แตกต่าง แบ่งแยกทำให้ เห็นความต่าง	ตรวจสอบ อนุมาน/ อุปนัย โต้สอบสวน เชื่อมโยงแยก ส่วน
ประเมิน	การสร้างและแสดงให้เห็นถึงคำ ตัดสินที่เกิดจากเกณฑ์	อ้างเหตุผล ประเมิน คุณค่า เลือกสรร ลงความเห็น วิจารณ์	ตัดสิน ประเมิน คิดเห็น แสดงเหตุผล คาดการณ์	ลำดับ ความสำคัญ พิสูจน์ จัดตำแหน่ง กำหนด ระดับชั้น คัดเลือก
สร้างสรรค์	การสร้างแบบแผนใหม่ด้วย ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่เป็นปัจเจกหรือ การจัดวางส่วนประกอบต่าง ๆ	ตัดแปลง สร้าง ออกแบบ	จินตนาการ บูรณาการ ประดิษฐ์	ประกอบ วางแผน คาดการณ์

ระดับ พุทธิพิสัย	คำอธิบาย	ตัวอย่างพฤติกรรมที่เกี่ยวข้อง		
	เข้าด้วยกันให้เกิดเป็นแบบแผนที่ สอดคล้องเป็นหนึ่งเดียวกัน	พัฒนา คิดสูตร/ บัญญัติ	ทำ/ก่อ ปรับเปลี่ยน	ผลิต เสนอ/แนะนำ

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้จากการบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า และอนุกรมวิธาน ที่ปรับปรุงมาจากบลูม (Revised Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของบลูมให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัยซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ จดจำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่าและสร้างสรรค์

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น โดยวัดผลด้านพุทธิพิสัยในระดับความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการประยุกต์ใช้ ระดับการวิเคราะห์และระดับการสังเคราะห์ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

6.3 เครื่องมือวัดประเมินผลสัมฤทธิ์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2559) กล่าวว่า เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบ ยุทธวิธีและเครื่องมือประเภทต่าง ๆ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยทั่วไปมีจุดมุ่งหมาย 3 ประการ คือ เพื่อรู้จักผู้เรียน เพื่อประเมินวิธีเรียนของผู้เรียนและเพื่อประเมินพัฒนาการของผู้เรียน ผู้สอนสามารถเลือกใช้หรือคิดค้นวิธีการวัดและประเมินผลให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของการนำผลการประเมินไปใช้เพื่อตอบสนองความต้องการ 3 ประการดังกล่าวข้างต้น การประเมินผลมีวิธีการประเมินแบบต่าง ๆ ที่ผู้สอนสามารถเลือกใช้ได้ มีดังต่อไปนี้

6.3.1 การสังเกตพฤติกรรม เป็นการเก็บข้อมูลจากการดูการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียน โดยไม่ขัดจังหวะการทำงานหรือการคิดของผู้เรียน การสังเกตพฤติกรรมเป็นสิ่งที่ทำได้ตลอดเวลา แต่ควรมีกระบวนการ และจุดประสงค์ที่ชัดเจนว่าต้องการประเมินอะไร โดยอาจใช้เครื่องมือ เช่น แบบตรวจสอบรายการ สมุดจดบันทึก เพื่อประเมินผู้เรียนตามตัวชี้วัดและควรสังเกตหลายครั้ง หลายสถานการณ์ หลายช่วงเวลาเพื่อขจัดความลำเอียง

6.3.2 การสอบปากเปล่า เป็นการให้ผู้เรียนได้แสดงออกด้วยการพูด ตอบประเด็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามมาตรฐานผู้สอนเก็บข้อมูล จดบันทึก รูปแบบการประเมินนี้ผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันโดยตรง สามารถมีการอภิปรายโต้แย้ง ขยายความปรับแก้ไขความคิดกันได้

6.3.3 การพูดคุย เป็นการสื่อสาร 2 ทางอีกประเภทหนึ่งระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน สามารถดำเนินการเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ โดยทั่วไปมักใช้อย่างไม่เป็นทางการเพื่อติดตามตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพียงใด

6.3.4 การเขียนสะท้อนการเรียนรู้ เป็นรูปแบบการบันทึกการเขียนอีกรูปแบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเขียนตอบคำถามของครู ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับความรู้ ทักษะที่กำหนดในตัวชี้วัด การเขียนสะท้อนการเรียนรู้นี้ นอกจากทำให้ผู้สอนทราบความก้าวหน้าในผลการเรียนรู้แล้ว ยังใช้เป็นเครื่องมือประเมินพัฒนาการด้านทักษะการเขียนได้อีกด้วย

6.3.5 การประเมินการปฏิบัติ เป็นวิธีการประเมินงานหรือกิจกรรมที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเพื่อให้ทราบถึงผลการพัฒนาของผู้เรียน การประเมินลักษณะนี้ผู้สอนต้องเตรียมสิ่งสำคัญ 2 ประการ ส่วนแรกคือ ภาระงาน (Tasks) ที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติ และส่วนที่ 2 คือ เกณฑ์การให้คะแนนการ ปฏิบัติ

6.3.6 การประเมินด้วยแฟ้มสะสมงาน เป็นการเก็บรวบรวมชิ้นงานของผู้เรียนเพื่อสะท้อนความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน โดยแฟ้มสะสมงานที่แสดงความก้าวหน้าของผู้เรียนต้องมีผลงานในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่แสดงถึงความก้าวหน้าของผู้เรียน

6.3.7 การวัดและประเมินด้วยแบบทดสอบ เป็นการประเมินตัวชี้วัดด้านการรับรู้ข้อเท็จจริง (Knowledge) ผู้สอนควรเลือกใช้แบบทดสอบตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัดประเมิน เช่น แบบทดสอบเลือกตอบ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเติมคำหรือข้อความ แบบทดสอบการเขียนบรรยาย เป็นต้น ทั้งนี้แบบทดสอบที่จะใช้ต้องเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ มีความเที่ยงตรง (Validity) และเชื่อมั่นได้ (Reliability)

6.3.8 การประเมินด้านความรู้สึนึกคิด เป็นการประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรม คุณลักษณะ และเจตคติที่ควรปลูกฝังในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการวัดและประเมินผลเป็นลำดับขั้นจากต่ำสุดไปสู่สูงสุด

6.3.9 การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินด้วยวิธีการที่หลากหลายดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อให้ได้ผลการประเมินที่สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จึงควรใช้การประเมินการปฏิบัติ (Performance Assessment) ร่วมกับการประเมินด้วยวิธีการอื่น ภาระงานควรสะท้อนสภาพความเป็นจริงหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากกว่าเป็นการปฏิบัติกิจกรรมทั่ว ๆ ไป ดังนั้น การประเมินตามสภาพจริงจะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลไปด้วยกัน และกำหนดเกณฑ์การประเมิน (Rubrics) ให้สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริง

จากการศึกษาเครื่องมือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าในการวัดและประเมินผลด้านการศึกษานั้น จะใช้เครื่องมือใดในการวัดประเมินต้องขึ้นอยู่กับลักษณะของจุดประสงค์การศึกษาและแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ซึ่งเครื่องมือที่ใช่วัดและประเมินผลการเรียนรู้อาจมีหลายลักษณะ แต่ละชนิดมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันไปตามการใช้งาน ซึ่งในงานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือที่ใช่วัดประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้แก่ การวัดและประเมินด้วยแบบทดสอบ

6.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.4.1 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

Ross and Stanley (1967) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความสามารถทางวิชาการ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์

Gronlund and Norman (1993) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ เป็นกระบวนการเชิงระบบเพื่อวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยหน้าที่หลักสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

Puckett and Black (2000) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วหรือเป็นทักษะที่ผู้เรียนได้รับจากการสอนและการฝึกฝนมาแล้วว่าผู้เรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด

อารีย์ วชิรวารการ (2542) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของคำถามที่วัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนในด้านความรู้ ทักษะที่นักเรียนได้รับประสบการณ์จากภายในโรงเรียนและภายนอกโรงเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2545) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าสามารถบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

บุญชม ศรีสะอาด (2556) กล่าวถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระตามวัตถุประสงค์ของวิชา โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียนที่ผ่านการเรียนมาแล้วว่ามีความรอบรู้มากน้อยเพียงใด

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า หมายถึง ข้อคำถามที่วัดความรู้ ทักษะโดยเน้นที่ความสามารถทางวิชาการของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ไปแล้ว ในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของวิชา

6.4.2 จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นเป็นการกำหนดขอบเขตหรือขอบข่ายของครูผู้สอนว่าจะใช้ประเด็นใดในการวัดและประเมินนักเรียน เพื่อให้เหมาะสมกับแนวการจัดการเรียนการสอน ซึ่งได้มีนักวิชาการหลายท่านได้นิยามจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

สมจิต จันทรฉาย (2557) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ว่า เพื่อนำผลการประเมินไปปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้ผู้สอนทราบจุดอ่อนจุดแข็งของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม เพื่อนำผลไปปรับปรุงหลักสูตรและประสิทธิภาพของผู้สอน

โชติกา ภาชีผล และคณะ (2558) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ดังนี้

- 1) การวัดและประเมินผลเพื่อจัดตำแหน่ง
- 2) การวัดและประเมินผลเพื่อคัดเลือก
- 3) การวัดและประเมินผลเพื่อวินิจฉัย
- 4) การวัดและประเมินผลเพื่อเปรียบเทียบ
- 5) การวัดและประเมินผลเพื่อพยากรณ์
- 6) การวัดและประเมินผลเพื่อประเมินค่า

จากที่การศึกษาสามารถสรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำผลการประเมินไปปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อทราบจุดแข็ง-จุดอ่อนของนักเรียน นำไปปรับปรุงหลักสูตรและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ

6.4.3 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543) ได้อธิบายถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด โดยมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนเขียนตอบกับให้นักเรียนปฏิบัติจริงซึ่งมี 2 แบบ คือ

1.) แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่ดำเนินการสอบแบบมาตรฐานการแปลคะแนนก็เป็นมาตรฐาน สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาและยอมรับในคุณภาพที่สามารถอ้างอิงสู่ประชากรได้ การดำเนินการในการใช้แบบทดสอบมาตรฐานนี้ต้องทำตามคู่มือทุกอย่างไม่ว่าการแจก การอธิบาย การใช้เวลา การตรวจและการแปลคะแนนของข้อสอบ

2.) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบจำลองสร้างตามจุดประสงค์ของครูที่สอนเป็นคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบว่านักเรียน

มีความรู้มากแค่ไหน บทพร้อมในส่วนใดจะได้ซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดความรู้เพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อน กลุ่มตัวอย่างไม่คลุมประชากร การดำเนินการสอบจึงยังไม่ได้มาตรฐานแก้ไขได้ทุกกระยะ ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นจะมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้านเหมือนกัน ดังนี้

- 1) วัดด้านการนำไปใช้
- 2) วัดด้านการวิเคราะห์
- 3) วัดด้านการสังเคราะห์
- 4) วัดด้านการประเมินค่า

ไพศาล วรคำ (2559) ได้กล่าวถึงการจำแนกแบบทดสอบตามการตรวจให้คะแนนสามารถจำแนกได้ 3 ประเภทดังนี้

1.) แบบทดสอบปรนัย (Objective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยสูง กล่าวคือ ไม่ว่าจะให้บุคคลใดเป็นผู้ตรวจก็จะสามารถให้คะแนนได้ถูกต้องตรงกันเสมอ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบจับคู่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด เป็นต้น

2.) แบบทดสอบอัตนัย (Subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยต่ำหรือคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคน เช่นแบบทดสอบความเรียง แบบทดสอบเติมคำ เป็นต้น

3.) แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่ทำการปรับปรุงมาจากแบบทดสอบอัตนัย โดยการปรับวิธีการตรวจให้คะแนนให้มีความเป็นปรนัยมากขึ้น

บุญชม ศรีสะอาด (2556) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2.) แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบประเภทนี้ การ

รายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนตามโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

จากการศึกษางานวิจัยจึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งได้หลายประเภทตามเกณฑ์การจำแนก โดยถ้าแบ่งตามการสร้างจะได้แบบทดสอบมาตรฐานและแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หากจำแนกตามการตรวจให้คะแนน จะจำแนกได้เป็นแบบทดสอบปรนัย ซึ่งการตรวจให้คะแนนจะไม่ขึ้นอยู่กับผู้ให้คะแนน แบบทดสอบอัตนัยและแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ ซึ่งการให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัยจะขึ้นอยู่กับพิจารณาของผู้ตรวจให้คะแนนแต่ละคนและหากจำแนกตามลักษณะการนำผลที่ได้ไปใช้ประเมิน สามารถจำแนกได้เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ว่ามีความรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือไม่ แบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบความรู้ของแต่ละบุคคลว่ามีความรู้ยู่ระดับใดเมื่อเทียบกับบุคคลอื่น

7. ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2)

7.1 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555) กล่าวถึง การหาคุณภาพของนวัตกรรม โดยมีวิธีการดังนี้

1.) การตรวจสอบเบื้องต้น เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องที่ทำนวัตกรมนั้นโดยตรงอย่างน้อย 3 คนตรวจสอบ ถ้าผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มีความเห็นสอดคล้องกัน 2 หรือ 3 คน แสดงว่าเนื้อหาและรูปแบบมีความถูกต้องเที่ยงตรงและครอบคลุมจุดมุ่งหมายที่กำหนด ซึ่งการตรวจสอบที่สมบูรณ์ถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนที่จะนำไปทดลองใช้นั้น จะใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในการพิจารณาคุณภาพของนวัตกรรม

2.) การทดลองและพัฒนา เป็นการตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมที่ใช้กันโดยทั่วไปและเชื่อว่ามีมาตรฐานจะมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1) การทดลองแบบ 1:1 เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน 3 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้ง เก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการใช้นวัตกรรมและความสอดคล้องเหมาะสมในด้านต่าง ๆ อย่างละเอียด จากการสังเกตพฤติกรรมการใช้ของนักเรียนและนำมาแก้ไขข้อบกพร่องที่พบให้สมบูรณ์

2.2) การทดลองกลุ่มเล็ก เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน 5-10 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลางและอ่อน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของนวัตกรรมที่สร้างหรือพัฒนาขึ้น และนำผลมาแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

2.3) การทดลองกลุ่มใหญ่ เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน ตั้งแต่ 20-30 คนขึ้นไป เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพ (Developmental Testing) เป็นกระบวนการควบคุมและประกันคุณภาพ เพื่อให้แน่ใจว่าต้นแบบชิ้นงานของผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพจริง ก่อนที่จะนำไปเผยแพร่หรือใช้จริง รวมถึงการผลิตสื่อและชุดการสอนที่เป็นต้นแบบชิ้นงานใหม่เช่นเดียวกัน จำเป็นที่ต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพก่อนที่จะให้ครูนำไปใช้กับนักเรียน โดยดำเนินการตามกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การทดลองใช้เบื้องต้น (Try-out) และการทดลองใช้จริง (Trial Run) ซึ่งมีวิธีการทดสอบประสิทธิภาพโดยการใช้สูตร E_1/E_2 สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process- E_1) และทดสอบประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Product- E_2)

1.) การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2.) การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง ได้แก่ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อยเพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ประสาธ เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนมีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational approach) และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical approach)

1.) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของนวัตกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ ถ้าได้ค่าไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงแก้ไขนวัตกรรมการเรียนการสอนและนำไปใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใหม่

2.) วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ ฯลฯ ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีการนี้

สรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นจะมี 2 ขั้นตอนหลัก คือ การตรวจสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบและนำมาปรับปรุงจนกว่าจะเท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้และการหาประสิทธิภาพจากการนำไปใช้สอนจริง ในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนรู้ที่แท้จริงเพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

7.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

7.2.1 ความหมายของเกณฑ์

สุวิมล ว่องวานิช (2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เกณฑ์ หมายถึง ระดับที่ใช้ในการตัดสินความสำเร็จของการดำเนินงานตามตัวบ่งชี้ที่กำหนด เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ถือว่าอยู่ในระดับดี กำหนดเกณฑ์การตัดสินว่าต้องสอบได้คะแนน 80% จึงจะได้เกรด A ถ้าได้น้อยกว่า 50% ถือว่าสอบตก

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่าสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้

จากข้างต้นสามารถสรุปความหมายของเกณฑ์ได้ว่า เกณฑ์ หมายถึง ขีดหรือระดับที่ใช้ตัดสินความสำเร็จของงาน คุณภาพของผลงานและผลการกระทำหรือการปฏิบัติ

7.2.2 ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555) อธิบายว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E1/E2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ โดยยกตัวอย่าง $E_1/E_2 = 80/80$ ดังนี้

1.) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หาค่าเฉลี่ย E_1 และ E_2

2.) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80

3.) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) โดยเทียบจากคะแนนที่ได้ก่อนการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่า หากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วสื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความค่านำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก และอธิบายว่าการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย(ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1.) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของนักเรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2.) ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของนักเรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

สรุปได้ว่า ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมการสอนที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นระดับที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยเกณฑ์ของประสิทธิภาพมีความหมายที่แตกต่างกันหลายลักษณะและการกำหนดเกณฑ์ทำได้โดยประเมินผลพฤติกรรม 2 ประเภท ได้แก่ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องซึ่งเป็นการประเมินผลของกระบวนการและประเมินพฤติกรรมสุดท้ายเป็นการประเมินผลลัพธ์

7.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) ได้กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมสามารถหาได้จากการคำนวณตามสูตรดังนี้

1.) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum \left(\frac{X}{A} \right)}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

X แทน คะแนนที่ได้จากคุณลักษณะและการทดสอบย่อยระหว่างเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของคุณลักษณะและการทดสอบย่อยระหว่างเรียน

2.) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2)

$$E_2 = \frac{\sum \left(\frac{Y}{B} \right)}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

ประสาธ เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ดังนี้

1.) สูตรที่ 1 $E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของทุกส่วน

2.) สูตรที่ 2 $E_2 = \frac{\sum X}{B} \times 100$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน

สรุปได้ว่า วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมจะแบ่งออกเป็นการคำนวณหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) ซึ่งค่าคะแนนได้มาจากการผลรวมของคะแนนการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) ค่าคะแนนได้มาจากการผลรวมของคะแนนการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด

7.4 การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ประสาธ เนืองเฉลิม (2560) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรม โดยการยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้

- 1.) สูงกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบเรียนสำเร็จรูปได้ 95/95
- 2.) เท่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพเท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ 90/90 แล้วคำนวณค่าประสิทธิภาพพบเรียนสำเร็จรูปได้ 90/90
- 3.) ต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้แล้วได้ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

ปิยะธิดา ปัญญา (2562) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมพิจารณา ดังนี้

- 1.) ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ
- 2.) ถ้าประสิทธิภาพด้านนวัตกรรมและด้านผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ไม่เกินร้อยละ 2.5 สรุปได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า การยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นจะต้องพิจารณาตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยถ้าคำนวณค่าประสิทธิภาพได้สูงกว่า หรือเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะยอมรับว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ แต่หากได้ค่าต่ำกว่าเกณฑ์จะต้องได้ไม่เกินร้อยละ 2.5 จึงจะยอมรับได้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น สรุปว่า การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนพัฒนาขึ้น สามารถหาประสิทธิภาพโดยการใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพด้านกระบวนการ ที่ได้จากการประเมินนักเรียนจากแบบฝึกหัด ใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียนของนักเรียนและ E_2 เป็นประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ เป็นการประเมินผลลัพธ์สุดท้าย ซึ่งได้จากการคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแต่ละคน แต่การที่จะสรุปว่าสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพหรือไม่จะต้องมีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณา การเลือกเกณฑ์เพื่อกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรม ควรพิจารณาจากหลายปัจจัย เช่น ประเภทของสื่อนวัตกรรม ความยากของเนื้อหาสาระ สติปัญญาของกลุ่มนักเรียน วุฒิภาวะของนักเรียนและวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการจัดการข้อมูล เรียงลำดับข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ จึงทำให้เนื้อหาในเรื่องนี้จัดเป็นเนื้อหาที่ซับซ้อน และเป็นระบบ จึงทำให้ทำความเข้าใจได้ยาก อีกทั้งคำนึงถึงสติปัญญาของนักเรียนเป็นที่กลุ่มตัวอย่างและบริบทในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ผู้วิจัยจึงได้ตั้งเกณฑ์ของประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หมายถึง ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเป็นนวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.) เกณฑ์ 70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการทำใบงานในชั้นเรียนและแบบทดสอบย่อยท้ายแผน ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้สัดส่วน 60:40 ตามลำดับ ที่มีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2.) เกณฑ์ 70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หาค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมและคิดเป็นร้อยละ 70

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

อาพันธ์ชนิด เจนจิต (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่องกิจกรรมการสอนเรขาคณิต โดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต โดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถสอบผ่าน เกณฑ์ 75 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต โดยใช้การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์มีพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนที่ประกอบด้วย ความคิด ยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ อยู่ในระดับดีทุกด้าน

ศิริภรณ์ ดันนะลาและคณะ (2554) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านนาบอน จำนวน 23 คน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 78.26 ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 70 และความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เกณฑ์ที่มีทั้งหมด 17 คิดเป็นร้อยละ 73.91 ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 70

อภิชัย เหล่าพิเดช (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่องพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องปัญหาทางสังคมของไทย ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปัญหาทางสังคมของไทยด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์

เรื่อง ปัญหาทางสังคมของไทยของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานใน ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐานโดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

จุลจิรา ปิ่นมัน (2557) ที่ได้ศึกษาผลการสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es/การแก้ปัญหาของโพลยา/การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และเพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.56/80.56 ผลสัมฤทธิ์และทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กันตพร ชาวแพรและชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ (2562) ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ ของเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนมาตาพุดพันพิทยาคาร ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 41 คน พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง สถิติ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 31.56 คิดเป็นร้อยละ 78.90 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 14.90 คิดเป็นร้อยละ 74.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

โสธยา ไพศาลวัฒนการณ (2563) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 หน่วยความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง โดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย จำนวน 24 คน พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้แก่ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทักษะการทำงานงานกลุ่ม ความมีวินัยและความพึงพอใจ สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิรุฬห์ สิทธิเขตกรณ์ และสุรียพร สว่างเมฆ (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่องประชากร ในสถานการณ์โรคระบาด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย การสร้างความสนใจด้วยข่าวปัญหาการระบาด การสำรวจปัญหาเพื่อสืบเสาะข้อมูลข่าวการระบาดมาใช้ออกแบบวิธี แก้ปัญหาตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณและการเขียน Formula Coding ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel การอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหาจากแนวโน้มกราฟการเปลี่ยนแปลงประชากร การขยายความรู้เพื่อให้เห็นพลวัตรประชากรโดยใช้บอร์ดเกม Coidea และการอภิปรายสรุป เรื่อง ประชากรกับการระบาด โดยนักเรียนมีระดับการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดการเรียนรู้เป็นระดับดีมาก สอดคล้องกับผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างเรียนที่เพิ่มขึ้น เป็นระดับดีมากเช่นกัน

ปชญัญ ถานันตะ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Jeannette M. Shean. (1979) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการฝึกแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความคิดนอกนัยและการร่วมรับรู้ของนักศึกษา มหาวิทยาลัยนอร์ทเทิร์นแอริโซนา โดยกลุ่มทดลองเข้ารับการฝึกแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในสถาน ฝึกเป็นจำนวน 10 ช่วง เกี่ยวกับการค้นหาข้อเท็จจริง การกำหนดหัวข้อปัญหา การตัดสินใจตาม การระดมสมอง การประเมินผลและการยอมรับความคิด ผลการศึกษาพบว่า การฝึกแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เกิดการพัฒนาคิดสร้างสรรค์และความคิดริเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Michael B. Ellison (1995) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อการเรียนการสอนแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับอุดมศึกษา โดยทำการศึกษากับนักศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้เรียนรู้การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น โดยพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดคล่องแคล่วสูงที่สุดที่ระดับนัยสำคัญ .05 และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

Indiana Creative Problem-Solving Initiative Blumberg Center (2003) ทำการวิจัยเรื่องความสามารถในการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มสูงขึ้น

Kim et al. (2013) ได้ศึกษาความเข้าใจของนักเรียน โดยใช้กลยุทธ์การ เขียนโปรแกรมผ่านกระดาษ (Paper and Pencil Programming Strategy : PPS) กล่าวคือ เป็น วิธีการสอนนักเรียนในการเขียนโปรแกรมโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ โดยในวิธีการเกี่ยวข้องกับการเขียน แผนผัง (Diagrams) การเขียนสัญลักษณ์หรือรูปแทน (Symbols) การสร้างแผนภาพแสดงลำดับ ขั้นตอนการทำงาน (Flowcharts) หรือวิธีการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเขียนลงกระดาษ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การวิเคราะห์ปัญหา (Analyzing a Problem) (2) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Designing Solution) (3) การสร้าง (Constructing) (4) การนำไปใช้หรือทดสอบ(Implementing) และ (5) การแก้ไขข้อบกพร่อง (Debugging) ผลการศึกษาพบว่า PPS ช่วยให้นักเรียนเข้าใจการคิดเชิงคำนวณมากขึ้น

Gonzalez et al. (2016) ได้ศึกษาและสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking Test : Ctt) โดยการนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนในประเทศสเปนจำนวน 1,251 คน ประกอบด้วยนักเรียนเกรด 5 ถึงเกรด 10 จากนั้น นำแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณมาหาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบมาตรฐาน ทางจิตวิทยา (Standardized Psychological Test) ได้แก่ the Primary Mental Abilities (PMA) battery และ the RP30 problem-solving test เพื่อศึกษาว่าความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ สอดคล้องกับความสามารถในการคิด (Cognitive Abilities) ประเภทใด ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยทางสถิติกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) ($r=0.44$) ความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning Ability) ($r=0.44$) และ ความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving Ability) ($r=0.67$) แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการคิดเชิงคำนวณเกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหา สามารถเข้าใจรูปแบบของสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนสามารถใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาได้

Leonard et al. (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 124 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยการออกแบบหุ่นยนต์และเกมมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมการสอนทางคอมพิวเตอร์ แสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงคำนวณ ควร ส่งเสริมด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้แก้ปัญหาผ่านการออกแบบ และสร้างชิ้นงานขึ้นมา

Aslina Saad (2020) ได้ทำการศึกษาดำเนินการตรวจสอบผลกระทบของการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ในกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 25

คน ซึ่งดำเนินการโดยพิจารณาจากแนวทางการเรียนรู้ 3 ประการ ได้แก่ นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ลงมือปฏิบัติ จริง และแนวทางการสอบสวน ระเบียบวิธีที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลเป็นไปตามการสังเกตในชั้นเรียนและการสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่านักเรียนมีส่วนร่วมสูง และมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ และสามารถเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของเนื้อหาสาระได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งบ่งชี้ถึงทักษะการคิดเชิงคำนวณที่พัฒนาขึ้น ด้วยเหตุนี้ การค้นพบนี้จึงเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการพัฒนาและส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีแรงจูงใจสูง ทำให้พวกเขาเปิดกว้างมากขึ้นในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการแก้ปัญหา ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ดีขึ้น



9. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้สร้างกรอบแนวความคิดในการศึกษา พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนี้



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สถิติ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2559) โดยมีการดำเนินการวิจัยโดยมีประเด็นหัวข้อนำเสนอ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 5 ห้อง จำนวน 163 คน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) มา 1 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 จำนวน 41 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ จำนวน 7 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 7 ชั่วโมง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 แบบแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2.2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ

3. การสร้างและคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ จำนวน 7 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 7 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือโดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 และหนังสือคู่มือครู

3.1.2 ศึกษาขั้นตอนการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และศึกษาเอกสาร หนังสือ ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการเรียนรู้ และขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เพื่อกำหนดแนวทางการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3.1.3 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งในแต่ละแผนมีรายละเอียดประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล เอกสารอ้างอิงและแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

3.1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ และกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ กับสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และชั่วโมงเรียน

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ค.3.1 ม.2/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพจุด แผนภาพต้นไม้-ใบ ฮิสโทแกรม และค่ากลางของข้อมูล และแปลความหมายผลลัพธ์ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	ความหมาย ความสำคัญของสถิติและข้อมูล	1. วิธีการทางสถิติเป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์เทคนิคหนึ่ง มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้การแปลความหมายของข้อมูลที่รวบรวมไว้มีความสะดวกยิ่งขึ้น ระเบียบวิธีการทางสถิติแบ่งเป็น 5 ชั้น คือ 1) การเก็บรวบรวมข้อมูล 2) การจัดการข้อมูล 3) การวิเคราะห์ข้อมูล 4) การแปลความหมายผลลัพธ์ และ 5) การนำเสนอข้อมูล 2. ข้อมูล หมายถึง ข้อความจริงที่อาจเป็นตัวเลขหรือข้อความก็ได้ ข้อมูลจำแนกประเภทของข้อมูลตามวิธีการเก็บแบ่งได้เป็น 2 ประเภท <ul style="list-style-type: none"> • ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) เป็นข้อมูลที่ผู้ใช้จะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหรือแหล่งที่มาของข้อมูลโดยตรง • ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) เป็นข้อมูลที่ผู้ใช้ไม่ต้องเก็บข้อมูลหรือแหล่งที่มาของข้อมูลโดยตรงแต่ได้จากข้อมูลที่มีผู้อื่นเก็บรวบรวมไว้แล้ว ข้อมูลที่นำมาใช้อาจแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ ข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) 	1. นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสถิติได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับความหมายและความสำคัญของสถิติได้ 3. นักเรียนเข้าเรียนและส่งงานตรงต่อเวลา	1

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>และข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative data)</p> <p>2.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่แสดงตัวเลขที่ใช้แสดงปริมาณ สามารถนำไปคำนวณหรือเปรียบเทียบได้</p> <p>2.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลที่อธิบายลักษณะ ประเภท หรือคุณสมบัติในเชิงคุณภาพ</p>		
	แผนภาพแบบจุด	<p>การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพจุด เป็นการนำเสนอข้อมูลในรูปภาพแบบหนึ่ง โดยแสดงข้อมูลในรูปจุด ใช้กับข้อมูลที่มีจำนวนไม่มาก โดยแกนของกราฟจะแสดงหน่วยวัดจุดแต่ละจุดแทนจำนวนข้อมูลแต่ละตัว</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภาพจุดได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพจุดได้ 3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นสนใจและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน 	1
	แผนภาพต้นไม้	<p>การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้นไม้ เป็นการจัดการข้อมูลเป็นกลุ่ม ๆ หรือช่วง ๆ โดยมีหลักการเขียนส่วนประกอบออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนต้น (Stem) และ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้นไม้ได้ 	1

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		<p>ส่วนใบ (Leaf)</p> <p>ส่วนต้น (Stem) ในกรณีที่มีค่าสูงไม่เกิน 99 จะมีเลขโดดหลักสิบเป็นส่วนต้น ในกรณีที่มีค่าสูงไม่เกิน 999 จะมีเลขโดดหลักร้อยและหลักสิบเป็นส่วนต้น</p> <p>ส่วนใบ (Leaf) เป็นส่วนที่แสดงข้อมูลส่วนย่อย โดยเขียนหลักหน่วยเป็นส่วนใบ</p>	<p>2. นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในแผนภาพต้น-ใบ ได้</p> <p>3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นสนใจและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นเรียน</p>	
	<p>อีโคโนแกรม</p>	<p>1. การนำเสนอข้อมูลด้วยอีโคโนแกรม ใช้สำหรับตารางแจกแจงความถี่ที่เป็นอันดับภาคขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นตารางแจกแจงความถี่ที่มีอันดับภาคขึ้นเท่ากันทุกชั้น หรืออาจจะมีอันดับภาคขึ้นบางชั้นมีความกว้างไม่เท่ากันก็ได้</p> <p>2. การนำเสนอข้อมูลด้วยอีโคโนแกรม ประกอบด้วย</p> <p>1) แกนตั้งและแกนนอน โดยที่แกนตั้งแสดงค่าของข้อมูลในแต่ละชั้น แกนนอนแสดงความกว้างของอัตราภาคขึ้น</p> <p>2) รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากชิดติดกันที่มีความกว้างเท่ากับความกว้างของอัตราภาคขึ้นและความสูงเท่ากับค่าความถี่ของข้อมูลในแต่ละอันดับภาคขึ้น</p>	<p>1. นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับหลักการของการนำเสนอข้อมูลด้วยอีโคโนแกรมได้</p> <p>2. นักเรียนมีทักษะในการนำเสนอข้อมูลด้วยอีโคโนแกรมได้</p> <p>3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นสนใจและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นเรียน</p>	1

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	<p>3) ขอบล่างและขอบบนของแต่ละอันดับที่เรียงต่อกัน</p> <p>ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ ผลบวกของข้อมูลทั้งหมดในชุดนั้นหารด้วยจำนวนของข้อมูลทั้งหมด</p> $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$ <p>นั่นคือ $\sum x$ แทนผลบวกของข้อมูลทั้งหมด n แทนจำนวนของข้อมูลทั้งหมด</p>	<p>1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายความหมายของค่าเฉลี่ยเลขคณิตและบอกวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลต่างๆได้</p> <p>3. มีความรับผิดชอบในงานที่มอบหมาย และมีความกระตือรือร้นในชั้นเรียน</p>	1

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
	มัธยมศึกษา	<p>มัธยมศึกษาของข้อมูลชุดหนึ่ง คือค่าที่อยู่กึ่งกลางของข้อมูลทั้งหมดโดยแบ่งได้ 2 กรณีดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ถ้าข้อมูลมีจำนวนเป็นจำนวนคี่ เมื่อเรียงลำดับข้อมูลแล้วมัธยฐานคือค่าของข้อมูลที่อยู่กึ่งกลาง 2) ถ้าข้อมูลมีจำนวนเป็นจำนวนคู่ เมื่อเรียงลำดับข้อมูลแล้วมัธยฐานคือค่าเฉลี่ยของผลบวกของข้อมูลที่อยู่ตรงกลางสองค่า 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายความหมายของมัธยฐานและบอกวิธีการหามัธยฐานได้ 2. นักเรียนสามารถหาค่ามัธยฐานของข้อมูลต่างๆได้ 3. มีความรับผิดชอบในงานที่มอบหมาย และมีความกระตือรือร้นในชั้นเรียน 	1
	ฐานนิยม	<p>ฐานนิยมของข้อมูลชุดหนึ่งคือข้อมูลที่มีความถี่สูงสุด</p> <p>ข้อมูลชุดหนึ่งอาจมีฐานนิยมได้มากกว่าหนึ่งค่า และถ้าข้อมูลชุดหนึ่งมีค่าฐานนิยมมากกว่า 3 ค่า แสดงว่าไม่มีฐานนิยมหรือข้อมูลที่มีความถี่ของทุกตัวเท่ากับ 1 ข้อมูลชุดนั้นไม่มีฐานนิยม</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายความหมายของฐานนิยมและบอกวิธีการหาฐานนิยมได้ 2. นักเรียนสามารถหาค่าฐานนิยมของข้อมูลต่างๆได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบในงานที่มอบหมาย และมีความกระตือรือร้นในชั้นเรียน 	1

3.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และสาระสำคัญ

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ การวัดประเมินผล และนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ในประเด็นที่จะเน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้ที่ตนเองได้สืบค้นมาแก้ปัญหา รวมถึงการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงาน แบบทดสอบ และการทำงานกันเป็นกลุ่มของนักเรียน

3.1.7 ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธ์ การศึกษาศุขภูมิบัณฑิต (นวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สีพาย ปรัชญาศุขภูมิบัณฑิต (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ผู้เชี่ยวชาญด้านประเมินผลและวิจัยการศึกษา

3) นางสาวคณิสันท์ มณีศรี ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม

3.1.9 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์ของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) เป็นแบบประเมินมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มีเกณฑ์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ โดยพบว่า ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเฉลี่ยที่ 4.61-4.78 ซึ่งหมายถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีความมากที่สุด

3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจแล้ว นำไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยมีการแก้ไขในเรื่องความเหมาะสมของแผน เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ระยะเวลาค่อนข้างนานจนเกินไป ควรปรับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนให้กระชับเวลาและเพิ่มบทบาทให้นักเรียนได้ใช้สื่อการเรียนรู้ที่เพิ่มมากขึ้น

3.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 41 คน จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาในรายวิชา ระยะเวลาและรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อบกพร่องที่พบ ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริง แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง โดยผู้วิจัยนำข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยปรับกิจกรรมแต่ละขั้นให้มีความเหมาะสมกับเวลาและมีการกำกับเวลาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้ชัดเจนเพื่อให้ได้แผนจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

3.2 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 สถานการณ์ โดยในแต่ละสถานการณ์จะประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนทั้ง 4 องค์ประกอบ (การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา การคิดเชิงนามธรรม การหารูปแบบและการออกแบบขั้นตอนวิธี) ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการสร้างข้อสอบ โดยปรับปรุงดัดแปลงมาใช้วัดทักษะการคิดเชิงคำนวณทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ศึกษาวิธีการออกข้อสอบ และกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณแต่ละองค์ประกอบโดยแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ได้แก่ การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา การคิดเชิงนามธรรม การหารูปแบบและการออกแบบขั้นตอนวิธี ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงการวิเคราะห์และการกำหนดจำนวนข้อของแบบวัดความสามารถที่ต้องการให้ สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน สถานการณ์ (สถานการณ์)	
		สร้าง	ใช้จริง
แผนภาพต้น-ใบและค่า กลาง	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกนำเสนอในรูปแบบแผนภาพต้นใบและสามารถแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อยได้โดยระบุปัญหาของสถานการณ์และสิ่งสถานการณ์กำหนดมาให้ 2. นักเรียนสามารถระบุแนวความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยใช้การหาค่ากลางที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา 3. นักเรียนสามารถเขียนสูตรและกำหนดตัวแปรในการหาค่ากลางของสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง 4. นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาได้และสามารถแก้ปัญหาของสถานการณ์ได้ 	1	1
แผนภาพจุดและค่า กลาง	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกนำเสนอในรูปแบบแผนภาพจุดและสามารถแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อยได้โดยระบุปัญหาของสถานการณ์และสิ่งสถานการณ์กำหนดมาให้ 2. นักเรียนสามารถระบุแนวความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยใช้การหาค่ากลางที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา 3. นักเรียนสามารถเขียนสูตรและกำหนดตัวแปรในการหาค่ากลางของสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง 4. นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาได้และสามารถแก้ปัญหาของสถานการณ์ได้ 	1	1
ฮิสโทแกรมและค่ากลาง	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกนำเสนอในรูปแบบฮิสโทแกรมและสามารถแบ่งปัญหาออกเป็น 	2	1

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน สถานการณ์ (สถานการณ์)	
		สร้าง	ใช้จริง
	<p>ส่วนย่อยได้โดยระบุปัญหาของสถานการณ์และสิ่ง สถานการณ์กำหนดมาให้</p> <p>2. นักเรียนสามารถระบุแนวความคิดเกี่ยวกับการ แก้ปัญหาโดยใช้การหาค่ากลางที่เหมาะสมกับ สถานการณ์ปัญหา</p> <p>3. นักเรียนสามารถเขียนสูตรและกำหนดตัวแปรใน การหาค่ากลางของสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง</p> <p>4. นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา ได้และสามารถแก้ปัญหาของสถานการณ์ได้</p>		
	รวม	4	3

3.2.3 ดำเนินการสร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 3 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์จะมีข้อคำถามย่อยข้อละ 5 ข้อคำถามย่อย รวมทั้งสิ้น 15 ข้อ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ประกอบไปด้วย 5 ข้อคำถามย่อย ข้อคำถามย่อยละ 3 คะแนน รวมเป็น 15 คะแนน โดยในองค์ประกอบที่ 1 การแยกย่อยปัญหา ผู้วิจัยได้สร้างข้อคำถาม 2 ข้อ เพื่อให้ให้นักเรียนมีการแยกย่อยปัญหาที่ชัดเจน ซึ่งในการแยกย่อยปัญหา (1) จะเป็นการให้นักเรียนหาสิ่งที่สถานการณ์กำหนดมาให้ และการแยกย่อยปัญหา (2) จะเป็นการให้นักเรียนหาปัญหาของสถานการณ์นั้น ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ สร้างข้อคำถามองค์ประกอบละ 1 ข้อ เพื่อใช้วัดองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ

3.2.4 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อคำถามตามแนวคิดของ Rodriguez (2015) คือ เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค โดยกำหนดให้มีคะแนนตั้งแต่ 0-3 คะแนน ตามเกณฑ์รูบรีครายข้อคำถามและหากไม่เขียนคำตอบได้ 0 คะแนน ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นตามแนวคิดของ Rodriguez (2015)

องค์ประกอบ	เกณฑ์คะแนน		
	3	2	1
การแยกส่วนประกอบ	ระบุสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดมาให้ได้ครบถ้วนทั้งหมด	ระบุสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดมาให้ได้ไม่ครบถ้วนทั้งหมด	ระบุสิ่งที่โจทย์หรือสถานการณ์กำหนดมาให้ไม่ได้ทั้งหมด
การแยกย่อยปัญหา	ระบุปัญหาของโจทย์หรือสถานการณ์ได้ละเอียดชัดเจนทั้งหมด	ระบุปัญหาของโจทย์หรือสถานการณ์ได้ทั้งหมดแต่ไม่ละเอียดชัดเจน	ระบุปัญหาของโจทย์หรือสถานการณ์ได้แต่ไม่ครบถ้วนทั้งหมด
การคิดเชิงนามธรรม	ร่างแผนที่ได้โดยระบุสถานการณ์ที่ได้สอดคล้องกับความเป็นจริง มีการระบุข้อมูลต่างๆ และเลือกใช้ข้อมูลได้ถูกต้องตรงตามเงื่อนไข	ร่างแผนที่ได้โดยระบุสถานการณ์ที่ได้สอดคล้องกับความเป็นจริง มีการระบุข้อมูลต่างๆ แต่เลือกใช้ข้อมูลได้ไม่ถูกต้องตรงตามเงื่อนไข	ร่างแผนที่ได้โดยระบุสถานการณ์ที่ได้ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง มีการระบุข้อมูลต่างๆ แต่เลือกใช้ข้อมูลได้ไม่ถูกต้องตรงตามเงื่อนไข
การหารูปแบบ	ระบุวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 2 วิธีขึ้นไป และมีความสอดคล้องความเป็นไปได้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา	ระบุวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 1 วิธีขึ้นไป และมีความสอดคล้องความเป็นไปได้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา	ระบุวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 1 วิธีขึ้นไป แต่ไม่มีความสอดคล้องความเป็นไปได้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา
การออกแบบขั้นตอนวิธี	เขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาลำดับถูกต้องต่อเนื่องชัดเจน และขั้นตอนครบถ้วน	เขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาลำดับถูกต้องต่อเนื่องชัดเจน แต่ขั้นตอนไม่ครบถ้วน	เขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาลำดับถูกต้องบางส่วน และขั้นตอนไม่ครบถ้วนสมบูรณ์นำไปสู่การแก้ปัญหาได้

องค์ประกอบ	เกณฑ์คะแนน		
	3	2	1
	สมบูรณ์นำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง	สมบูรณ์นำไปสู่การแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง

3.2.5 นำแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบทดสอบความสามารถในคิดเชิงคำนวณ ความชัดเจน ความครอบคลุมของเนื้อหาและความถูกต้อง จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยนำแบบวัดมาแก้ไขในส่วนที่เป็นสถานการณ์หรือข้อคำถามให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ลดความซับซ้อนของสถานการณ์ ปรับสถานการณ์การให้มีความครอบคลุมเนื้อหามากขึ้น และสร้างสถานการณ์ให้มีความหลากหลาย

3.2.6 สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดและสร้างแบบประเมินคุณภาพของเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดเพื่อเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมิน

3.2.7 นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัด ที่ปรับปรุงแล้วพร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ (ซึ่งผู้เชี่ยวชาญที่ผู้วิจัยได้ให้ทำการประเมินเป็นชุดผู้เชี่ยวชาญเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบว่าแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณมีความถูกต้องเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัดการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

+1 คือ สอดคล้อง ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดการคิดเชิงคำนวณที่ระบุไว้

0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดการคิดเชิงคำนวณที่ระบุไว้หรือไม่

-1 คือ ไม่สอดคล้อง ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดการคิดเชิงคำนวณที่ระบุไว้

นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปหาคุณภาพ ด้านความตรงเชิงเนื้อหา และพิจารณาแบบวัดโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยมีเงื่อนไขให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาข้อคำถามและคำตอบมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมชี้วัดการคำนวณที่ระบุไว้ โดยพิจารณาแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ไว้ใช้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ผลการวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องพบว่า แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 สามารถนำไปใช้ได้

3.2.8 นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยให้ปรับข้อคำถามให้เหมาะสม มีความชัดเจนสถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างมีความยากเกินไปควรคำนึงถึงความรู้ความสามารถของนักเรียน พร้อมทั้งปรับปรุง แก้ไขแบบวัดและเฉลยแบบวัดให้ครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหาให้มากยิ่งขึ้น

3.2.9 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 41 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความยากง่ายและค่าของแบบทดสอบ

3.2.10 นำผลการทดสอบหาค่าความยากและอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney & Sabers) โดยมีเกณฑ์ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยพบว่า แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีค่าความยากง่ายอยู่ที่ 0.54 -0.68 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ที่ 0.59-0.78 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94

3.2.11 นำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 จำนวน 41 คน

3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ เป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.3.1 ศึกษา หลักการ เอกสารการวัดและประเมินผล กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา สารระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ และสร้างตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สารการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรม								รวม	
		การเรียนรู้(ข้อ)									
		จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์		สร้าง	ใช้จริง
สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง		
ความหมาย ความสำคัญ ของสถิติและ ข้อมูล	นักเรียนสามารถเขียนอธิบาย เกี่ยวกับความหมายและ ความสำคัญของสถิติได้	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
แผนภาพแบบ จุด	นักเรียนสามารถเขียนแสดง การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบ แผนภาพจุดได้	-	-	2	2	-	-	-	-	2	2
แผนภาพต้น- ใบ	นักเรียนสามารถเขียนแสดง การนำเสนอข้อมูลใน แผนภาพต้น-ใบ ได้	-	-	2	2	-	-	-	-	2	2
ฮิสโทแกรม	นักเรียนสามารถเขียนแสดง การนำเสนอข้อมูลด้วยฮิสโท แกรมได้	-	-	2	2	-	-	-	-	2	2
ค่าเฉลี่ยเลข คณิต	1. นักเรียนสามารถเขียน อธิบายความหมายของ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและบอก วิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ 2. นักเรียนสามารถหา ค่าเฉลี่ยของข้อมูลต่าง ๆ ได้	1	1	-	-	7	4	1	1	9	6
มัธยฐาน	1. นักเรียนสามารถเขียน อธิบายความหมายของมัธย	-	-	1	1	3	2	-	-	4	3

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรม								รวม	
		การเรียนรู้(ข้อ)									
		จำ		เข้าใจ		ประยุกต์ใช้		วิเคราะห์			
สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง	สร้าง	ใช้จริง		
	ฐานและบอกวิธีการหามัธยฐานได้ 2. นักเรียนสามารถหาค่ามัธยฐานของข้อมูลต่างๆได้										
ฐานนิยม	1. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายความหมายของฐานนิยมและบอกวิธีการหาฐานนิยมได้ 2. นักเรียนสามารถหาค่าฐานนิยมของข้อมูลต่าง ๆ ได้	-	-	1	1	2	2	1	1	4	4
	รวม	3	2	10	7	10	6	4	3	25	20

3.3.3 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดตัวเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ เลือกใช้จริง 20 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ 0 คะแนน โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

3.3.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ได้นำปรับแก้ไขในส่วนทางด้านความชัดเจนของการเขียนข้อคำถามและตัวเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ ที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญ (ซึ่งผู้เชี่ยวชาญที่ผู้วิจัยได้ให้ทำการประเมินเป็นชุดผู้เชี่ยวชาญเดียวกับการ

ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้) เพื่อประเมินคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังต่อไปนี้

- +1 คือ สอดคล้อง ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด
- 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่
- 1 คือ ไม่สอดคล้อง ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด

3.3.6 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องของคำถามของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านค่าดัชนีความสอดคล้องหรือค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 ไว้ใช้ ผลการวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 สามารถนำแบบวัดไปใช้ได้

3.3.7 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยมีการปรับแก้ไขในด้านภาษาที่ใช้ในข้อสอบและตัวเลือกให้มีความกระชับและเข้าใจง่าย ปรับข้อคำถามให้มีความเหมาะสม ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทั้งตรวจสอบคำตอบหรือตัวเลือกในข้อสอบแต่ละข้อให้ชัดเจน

3.3.8 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงแล้ว พิมพ์เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติแล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 41 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความยากง่ายและค่าของแบบทดสอบ

3.3.9 นำผลการทดสอบมาหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B-index) เป็นรายชื่อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 ไว้ใช้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความยากง่ายอยู่ที่ 0.45-0.75 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ที่ 0.59-0.98

3.3.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2559) โดยพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

3.3.11 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ มาปรับปรุงแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สถิติ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนก่อนแบบทดลอง (Pre-Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2559) รายละเอียดดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Posttest Only Design

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	-	X	O

จากแบบแผนการวิจัย สัญลักษณ์ที่ใช้

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่มีทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ

O หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

4.2 วิธีการดำเนินการ

4.2.1. เตรียมความพร้อมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2.2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ จำนวน 7 แผนการเรียนรู้ จำนวน 7 ชั่วโมง โดยปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.2.3. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.2.4. รวบรวมผลคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบ

เสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

4.2.5. วิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และสรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำเครื่องมือวิจัยที่ได้ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์แล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่เรียนเรื่อง สถิติในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพ 70/70 โดยใช้สูตรวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพตามแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดจากร้อยละของคะแนนจากงานที่ได้รับมอบหมายระหว่างเรียน ได้แก่ ใบงานในชั้นเรียนและแบบทดสอบย่อยท้ายแผน ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ประสิทธิภาพทางผลลัพธ์ คิดจากร้อยละของคะแนนจาก แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ

2. วิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงคำนวณจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง สถิติ โดยใช้สถิติทดสอบ One Sample t-test เทียบกับคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)

3. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สถิติทดสอบ One Sample t-test เทียบกับคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70)

พหุบัณฑิต ชีวะ

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

6.1.1 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

1) ทหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validly) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{min})}{2n(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

S_H แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

X_{max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3) การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ

X_{\max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

4) การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยวิธีของครอนบาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ α แทน ความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

k แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

6.1.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1) หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2559) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	x	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งหมด
	c	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

3) การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

4) การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติโดยใช้วิธีของเบรนนัน (Brennan) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	n_2	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

6.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

6.2.1 ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2)

1) หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validly) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ
 S_H แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
 S_L แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ
 X_{\max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
 X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3) การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 S_H แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
 S_L แทน เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือต่ำ
 X_{\max} แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
 X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

4) การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยวิธีของครอนบาค (Cronbach) ในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ α แทน ความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม
 k แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

6.1.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

1) ทหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2) การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett Method) (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum x - \sum x^2}{(k-1) \sum (x-c)^2}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 X แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
 k แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด
 C แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

3) การวิเคราะห์หาค่าความยากของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ (ไพศาล วรคำ, 2559)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ
R แทน จำนวนคนตอบถูก
N แทน จำนวนคนทั้งหมด

4) การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ โดยใช้วิธีของเบรนนาน (Brennan) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
U แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
n₁ แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
n₂ แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

6.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

6.2.1 ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E₁/E₂)

1) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E₁) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562) มีดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum \left(\frac{X}{A} \right)}{N} \times 100$$

เมื่อ E₁ แทน ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ
X แทน คะแนนที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยนักเรียนแต่ละ

คน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อย

2) สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) (ปิยะธิดา ปัญญา, 2562)

$$E_2 = \frac{\sum \left(\frac{Y}{B} \right)}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

Y แทน คะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สถิติ

6.3 สถิติพื้นฐาน

6.3.1 ร้อยละ (Percentage) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

$$P = \frac{F}{N} \times 100$$

เมื่อ **P** แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

6.3.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561) โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

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

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

6.3.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

Σ แทน ผลรวม

6.4 สถิติทดสอบสมมติฐาน

6.4.1 การเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้สถิติ One Sample t-test เป็นสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 1 กลุ่ม (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2561)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที่

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน คะแนนร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบวัดทักษะ

การคิดเชิงคำนวณ

พหุบัณฑิต ชีวะ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีความมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน สถิติทดสอบที่ใช้ในการพิจารณา t-test

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

df แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

* แทน ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์

2. ลำดับชั้นที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับชั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับเกณฑ์การคิดเชิงคำนวณให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า E_1 ได้จากคะแนนใบกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยท้ายแผนสัปดาห์ละ 60:40 ตามลำดับ จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ และคำนวณค่า E_2 ได้จากคะแนนของการทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจนครบทุกแผน ในสัดส่วนคะแนน 50:50 ตามลำดับปรากฏดังตารางที่ 14

พหุ ประถมศึกษา

ตารางที่ 14 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E₁) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) ของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน			สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบกิจกรรม (105)	แบบทดสอบย่อย (21)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนนรวม	แบบทดสอบ (20)	แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ (45)	แบบทดสอบ (50)	แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ (50)	คะแนนรวม	
1	80	16	47.14	29.71	76.86	15	31	34.44	37.5	65.28	
2	90	18	44.57	34.29	78.86	15	32	35.56	37.5	86.67	
3	84	17	42.86	32.00	74.86	17	35	38.89	42.5	77.50	
4	77	15	41.14	29.14	70.29	16	36	40.00	40	66.67	
5	75	15	45.43	28.57	74.00	17	36	40.00	42.5	85.56	
6	84	17	44.57	32.00	76.57	16	34	37.78	40	96.11	
7	81	16	46.29	30.86	77.14	15	33	36.67	37.5	74.72	
8	84	17	52.29	32.00	84.29	16	36	40.00	40	84.72	
9	78	16	45.43	29.71	75.14	16	35	38.89	40	73.61	
10	74	15	45.43	28.00	73.43	15	34	37.78	37.5	75.28	
11	83	17	48.00	31.43	79.43	16	31	34.44	40	67.22	
12	80	16	40.29	30.29	70.57	14	31	34.44	35	88.06	

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบ กิจกรรม (105)	แบบทดสอบย่อย (21)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนน รวม	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (20)	แบบวัดทักษะ การคิดเชิง คำนวณ (45)	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (50)	แบบวัดทักษะ การคิดเชิง คำนวณ (50)	คะแนน รวม
13	80	16	44.57	30.29	74.86	17	34	37.78	42.5	89.17
14	86	17	46.29	32.57	78.86	17	35	38.89	42.5	78.33
15	83	17	46.29	31.43	77.71	16	36	40.00	40	71.94
16	80	16	43.71	30.29	74.00	15	32	35.56	37.5	73.06
17	84	17	47.14	32.00	79.14	15	36	40.00	37.5	81.39
18	89	18	48.00	33.71	81.71	17	36	40.00	42.5	80.00
19	71	14	44.57	26.86	71.43	16	34	37.78	40	82.50
20	78	16	43.71	29.71	73.43	16	35	38.89	40	77.78
21	84	17	41.14	32.00	73.14	17	33	36.67	42.5	74.17
22	84	17	46.29	32.00	78.29	16	34	37.78	40	80.00
23	84	17	45.43	32.00	77.43	16	31	34.44	40	78.89
24	92	18	48.86	34.86	83.71	16	35	38.89	40	75.28
25	81	16	45.43	30.86	76.29	16	36	40.00	40	74.44
26	78	16	42.86	29.71	72.57	15	32	35.56	37.5	69.44

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบ กิจกรรม (105)	แบบทดสอบย่อย (21)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนน รวม	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (20)	แบบวัดทักษะ การคิดเชิง คำนวณ (45)	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (50)	แบบวัดทักษะ การคิดเชิง คำนวณ (50)	คะแนน รวม
27	80	16	47.14	30.29	77.43	16	34	37.78	40	80.28
28	90	18	44.57	34.29	78.86	15	33	36.67	37.5	81.39
29	92	18	51.43	34.86	86.29	18	38	42.22	45	80.00
30	78	16	44.57	29.71	74.29	16	33	36.67	40	73.06
31	81	16	47.14	30.86	78.00	15	34	37.78	37.5	77.50
32	75	15	45.43	28.57	74.00	15	36	40.00	37.5	82.50
33	80	16	48.86	30.29	79.14	17	35	38.89	42.5	77.78
34	93	17	50.57	33.14	83.71	14	32	35.56	35	78.89
35	77	14	45.43	27.43	72.86	15	32	35.56	37.5	79.17
36	71	14	40.29	26.86	67.14	14	30	33.33	35	77.78
37	86	17	46.29	32.00	78.29	17	33	36.67	42.5	74.44
38	92	18	52.29	33.71	86.00	18	36	40.00	45	78.89
39	72	14	48.86	27.43	76.29	18	34	37.78	45	80.00
40	86	17	42.86	32.57	75.43	15	35	38.89	37.5	73.06

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน		สัดส่วนคะแนน 60:40			คะแนนหลังเรียน		สัดส่วนคะแนน 50:50		
	ใบ กิจกรรม (105)	แบบทดสอบย่อย (21)	ใบกิจกรรม (60)	แบบทดสอบย่อย (40)	คะแนน รวม	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (20)	แบบวัดทักษะ การคิดเชิง คำนวณ (45)	แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (50)	แบบวัดทักษะ การคิดเชิง คำนวณ (50)	คะแนน รวม
41	80	16	45.43	30.29	75.71	16	33	36.67	40	77.78
ΣX	3348	666	1878.86	1268.57	3147.43	652	1391	1630	1545.56	3175.56
\bar{x}	81.65	16.24	45.83	30.94	76.77	15.90	33.93	39.76	37.70	77.45
S.D.	5.77	1.11	2.89	2.12	4.20	1.04	1.85	2.61	2.05	4.12
ร้อยละ	77.76	23.21	76.38	77.35	76.77	79.51	75.39	79.51	75.39	77.45
ประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ (E₁/E₂) = 76.77/77.45										

จากตารางที่ 14 พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 76.77 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 77.45 ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.77/77.45 ซึ่งมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการและประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

3.2 ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เทียบกับเกณฑ์การคิดเชิงคำนวณให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

โดยผู้วิจัยได้หาคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ โดยวัดจากแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณแบบอัตโนมัติจำนวน 3 สถานการณ์ โดยแบ่งออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การแยกย่อยปัญหา (1) 2) การแยกย่อยปัญหา (2) 3) การคิดเชิงนามธรรม 4) การหารูปแบบ 5) การออกแบบขั้นตอนวิธี รวมทุกด้าน จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ปรากฏดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องสถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test โดยใช้สถิติ One sample t-test

ทักษะการคิดเชิง คำนวณ	คะแนน เต็ม	\bar{X} (41คน)	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	p
การแยกย่อยปัญหา (1)	9	7.07	0.65	6.30			
การแยกย่อยปัญหา (2)	9	7.12	0.75	6.30			
การคิดเชิงนามธรรม	9	6.71	0.78	6.30			
การหารูปแบบ	9	6.61	0.59	6.30			
การออกแบบขั้นตอนวิธี	9	6.41	0.87	6.30			
ผลรวมทั้ง 5 ด้าน	45	33.93	1.85	31.50	8.403*	40	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 15 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดเชิงคำนวณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ ทุกด้านรวมกันเท่ากับ 33.93 และเมื่อทดสอบ One sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ จากนั้นเปรียบเทียบคะแนนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test ปรากฏดังตาราง 16

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องสถิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติ One sample t-test

คะแนนผลสัมฤทธิ์	คะแนนเต็ม	\bar{X} (41คน)	S.D.	μ_0 (70%)	t	df	p
	20	15.90	1.04	14	11.667*	40	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 16 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.90 คะแนน และเมื่อทดสอบ One sample t-test พบว่ามีค่า p น้อยกว่า .05 แสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถสรุปผลได้ตามหัวข้อต่อไปนี้

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

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องสถิติ มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 76.77 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 77.45 ดังนั้น กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการ

คิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.77/77.45 ซึ่งมีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ และประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีทักษะในการคิดเชิงคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.77/77.45 หมายความว่า คะแนนจากใบกิจกรรมกลุ่ม และแบบทดสอบย่อย จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 76.77 และคะแนนการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ หลังจากเรียนจนครบทุกแผนแล้ว มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 77.45 จะเห็นได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหาของสถานการณ์ด้วยตัวเอง โดยเริ่มจากครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจแก่นักเรียนและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่เคยศึกษามา หลังจากนั้นครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนเพื่อจะให้นักเรียนได้มีการปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มและครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้แต่ละกลุ่ม โดยให้นักเรียนนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นรวบรวมความคิด ขั้นเตรียมก่อนลงมือทำและขั้นการวางแผนการดำเนินการ โดยในขั้นทำความเข้าใจปัญหามีการแบ่งเป็นสองส่วน โดยในส่วนที่หนึ่งเป็นการให้นักเรียนศึกษาว่าสถานการณ์นั้นกำหนดอะไรมาให้บ้าง และในส่วนที่สองเป็นการศึกษาว่าสถานการณ์นั้นมีปัญหาอย่างไร เมื่อนักเรียนเรียนได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ครูได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมความคิดวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์ได้ ซึ่งสถานการณ์ที่ต้องการการแก้ปัญหาที่ไม่มีคำตอบของปัญหาที่แน่นอน ทำให้มีทางเลือกในการแก้ปัญหากว้างขึ้น แต่สิ่งที่ต้องพิจารณาคือ การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

ในช่วงเวลานั้น (Cinnamon and Matulef, 1979) โดยครูผู้สอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการคัดเลือกหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุด เมื่อแต่ละกลุ่มได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดครูให้แต่ละกลุ่มนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาเขียนลำดับขั้นตอนให้ชัดเจน โดยรูปแบบการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่วางโครงสร้างไว้เป็นอย่างดี มีความมุ่งหมายให้บุคคลสามารถแก้ปัญหาที่ยุ่ยากโดยมีทางออกในรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2541) หลังจากนั้นนำลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไปใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้น เมื่อแก้ปัญหาของสถานการณ์การเสร็จครูใช้บทสนทนาถามตอบกับนักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาจนนักเรียนเรียนในแต่ละกลุ่มได้ข้อสรุป หลังจากที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหาของสถานการณ์ในรูปแบบกิจกรรมกลุ่มครูนำสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่มีแตกต่างกับสถานการณ์ในกิจกรรมกลุ่มมาเสนอให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน โดยให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาของสถานการณ์ด้วยตัวเองโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ได้ทำจากกิจกรรมกลุ่มโดยเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหา รวบรวมวิธีการแก้ปัญหา เลือกรูปวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดและนำวิธีการแก้ปัญหามาเขียนลำดับขั้นตอน แล้วนำไปใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์ เมื่อผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาของสถานการณ์จนเกิดความชำนาญ ครูได้นำเสนอสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นหรือเกี่ยวกับชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนได้แก้ปัญหา การแก้ปัญหา โดยใช้ปรากฏการณ์ที่กำลังเผชิญหรือประสบอยู่และพร้อมท้าทายความคิด (ไพฑูริย์ สุขศรีงาม, 2545) เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่มันมีความซับซ้อนยิ่งขึ้น โดยให้นักเรียนนำกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ได้ฝึกใช้ นำมาใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์ปัญหานั้นด้วย ซึ่งรูปแบบกิจกรรมเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้กับนักเรียน มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ (ภพ เลหาพิบูลย์, 2542) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Indiana Creative Problem-Solving Initiative Blumberg Center (2003) ทำการวิจัยเรื่อง ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความสามารถในการ แก้ปัญหาเพิ่มสูงขึ้น และงานวิจัยของบัทญูญะ ถานันตะ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ การแยกย่อยปัญหา (2) คะแนนเฉลี่ย 7.12 ส่วนองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ การออกแบบขั้นตอนวิธี คะแนนเฉลี่ย 6.41

เนื่องจากการที่นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณสูงขึ้น อาจเป็นเพราะกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการกฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง องค์ประกอบที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ, 2545) หรืออีกปัจจัยหนึ่งมาจากกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่มีรูปแบบการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่สร้างสรรค์และทำให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้โดยง่าย (Treffinger, Isaken and Dorval, 2003) และส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ที่ต้องการการแก้ปัญหาซึ่งไม่มีคำตอบของปัญหาที่แน่นอน ทำให้มีทางเลือกในการแก้ปัญหากว้างขึ้น แต่สิ่งที่ต้องพิจารณาคือการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในช่วงเวลานั้น (Cinnamon and Matulef, 1979) สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้จะมีการให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียนส่งผลให้นักเรียนนั้นได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งการแยกส่วนประกอบของสถานการณ์ปัญหา ตัดส่วนที่ไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาค้นหา และทำการหาหรือประยุกต์วิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาค้นหาของสถานการณ์ปัญหาได้ ทำการเลือกหาวิธีที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาและนำมาเขียนลำดับวิธีการแก้ปัญหาให้ถูกต้องชัดเจน พร้อมทั้งนำลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไปใช้แก้ปัญหาอย่างถูกต้อง ซึ่งการคิดเชิงคำนวณเป็นวิธีการคิดที่เกี่ยวกับการกำหนดปัญหา โดยสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาค้นหาออกมาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน (Aho, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับ Mitchel and Kowalk (1999) ได้กล่าวว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นวิธีการคิดและการแสดงพฤติกรรมอย่างหนึ่งซึ่งประกอบด้วย การสร้างสรรค์ (Creative) ความคิดที่ประกอบด้วยลักษณะที่แปลกเป็นลักษณะเฉพาะ ซึ่งผู้สร้างสรรค์จะต้องมีอย่างน้อยหนึ่งชนิดในการหาคำตอบปัญหา (Problem) ซึ่งเป็นสภาพการณ์ที่แสดงออกถึงความท้าทาย โอกาสหรือสิ่งที่ต้องการให้ความสนใจและการแก้ไข (Solving) ที่เป็นวิธีการวางแผนที่จะตอบคำถาม ดำเนินการประชุมหรือตัดสินใจกับปัญหา ประกอบกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gonzalez et al. (2016) ได้ศึกษาและสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ(Computational Thinking Test : CTT) ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการคิดเชิงคำนวณเกี่ยวข้องกับการคิดแก้ปัญหาสามารถเข้าใจรูปแบบของสิ่งต่าง ๆ ตลอดจน สามารถใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาได้ งานวิจัยของ Leonard et al. (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 124 คน ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้นักเรียนได้แก้ปัญหาผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงาน

สามารถส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณได้ งานวิจัยของวิรุฬห์ สิทธิเขตกรณ์และสุรีย์พร สว่างเมฆ (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมส์และการเขียน Formula Coding เรื่องประชากร ในสถานการณ์โรคระบาด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย การสร้างความสนใจด้วยข่าวปัญหาการระบาด การสำรวจปัญหาเพื่อสืบเสาะข้อมูลข่าวการระบาดมาใช้ออกแบบวิธี แก้ปัญหาตามองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณและการเขียน Formula Coding ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel การอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหาจากแนวโน้มกราฟการเปลี่ยนแปลงประชากร การขยายความรู้เพื่อให้เห็นพลวัต ประชากรโดยใช้บอร์ดเกม Coidea และการอภิปรายสรุป เรื่องประชากรกับการระบาด โดยนักเรียนมีระดับการคิดเชิงคำนวณหลังการจัดการเรียนรู้เป็นระดับดีมาก สอดคล้องกับผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณระหว่างเรียนที่เพิ่มขึ้น เป็นระดับดีมากเช่นกัน และงานวิจัยของอาพันธ์ชนิด เจนจิต (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่องกิจกรรมการสอนเรขาคณิต โดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต โดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถสอบผ่าน เกณฑ์ 75 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต โดยใช้การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์มีพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนที่ประกอบด้วย ความคิด ยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ อยู่ในระดับดีทุกด้าน

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ เนื่องจากรูปแบบกิจกรรมนั้นเป็นการเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จากการทำใบงาน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน กับครูเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ทั้งจากสื่อ และจากการฝึกปฏิบัติในการค้นหาคำตอบอย่างสร้างสรรค์ โดยมีการตั้งจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจนในการ สอดคล้องกับแนวคิดของสุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545) ที่ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้สึกหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการกฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ได้ อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ในกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนได้มีการทำกิจกรรมทั้งในรูปแบบใบงาน กิจกรรมกลุ่มและใบงานกิจกรรมเดี่ยว ซึ่งทำให้นักเรียนนั้นได้มีการแลกเปลี่ยนแนวความคิดต่าง ๆ

แล้วได้มีการพูดคุย ได้แสดงความคิดเห็นภายในชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนทุกคนได้คิด ได้ลงมือทำทุกคน และอาจเกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการหาเหตุผล (สุพิน บุญชูวงศ์, 2538) รวมทั้งรูปแบบการจัดกิจกรรมจะเน้นให้ผู้เรียนได้มีกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ที่มาจากแนวคิดใหม่ ๆ อย่างหลากหลายเพื่อนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Treffinger, Isaken and Dorval, 2003) ที่จะทำให้นักเรียนได้รู้ว่าการที่หาและจะใช้ข้อมูลอะไรมาช่วยในการหาคำตอบ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน จึงเป็นการส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของกันตพร ขาวแพรและชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2562) ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ ของเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 14.90 คิดเป็นร้อยละ 74.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และสอดคล้องกับงานวิจัยของจุลจิรา ปิ่นม่น (2557) ที่ได้ศึกษาผลการสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้/การแก้ปัญหาของโพลยา/การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และเพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.56/80.56 ผลสัมฤทธิ์และทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ข้อเสนอแนะ

4.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

4.1.1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีขั้นตอนที่นักเรียนยังไม่คุ้นชิน ครูจึงควรศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้พร้อมและอธิบายขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาอย่างชัดเจน และสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมไม่ควรยากหรือซับซ้อนมากเกินไป

4.1.2 ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมครูผู้สอนจะต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างทั่วถึง และให้คำปรึกษาแนะนำนักเรียนที่มีข้อสงสัย

4.1.3 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับ กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่ อำนวยความสะดวก เป็นที่ปรึกษา แนะนำ และใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดมากกว่าการบอกคำตอบ นักเรียนไปตรง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการปรับความคิด และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น

4.1.4 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับ กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอน ซึ่งทำให้จัดการเรียนการสอนนั้นใช้เวลาค่อนข้างเยอะ ครูผู้สอนควรวางแผนและจัดการกับเรื่องเวลาให้เหมาะสม

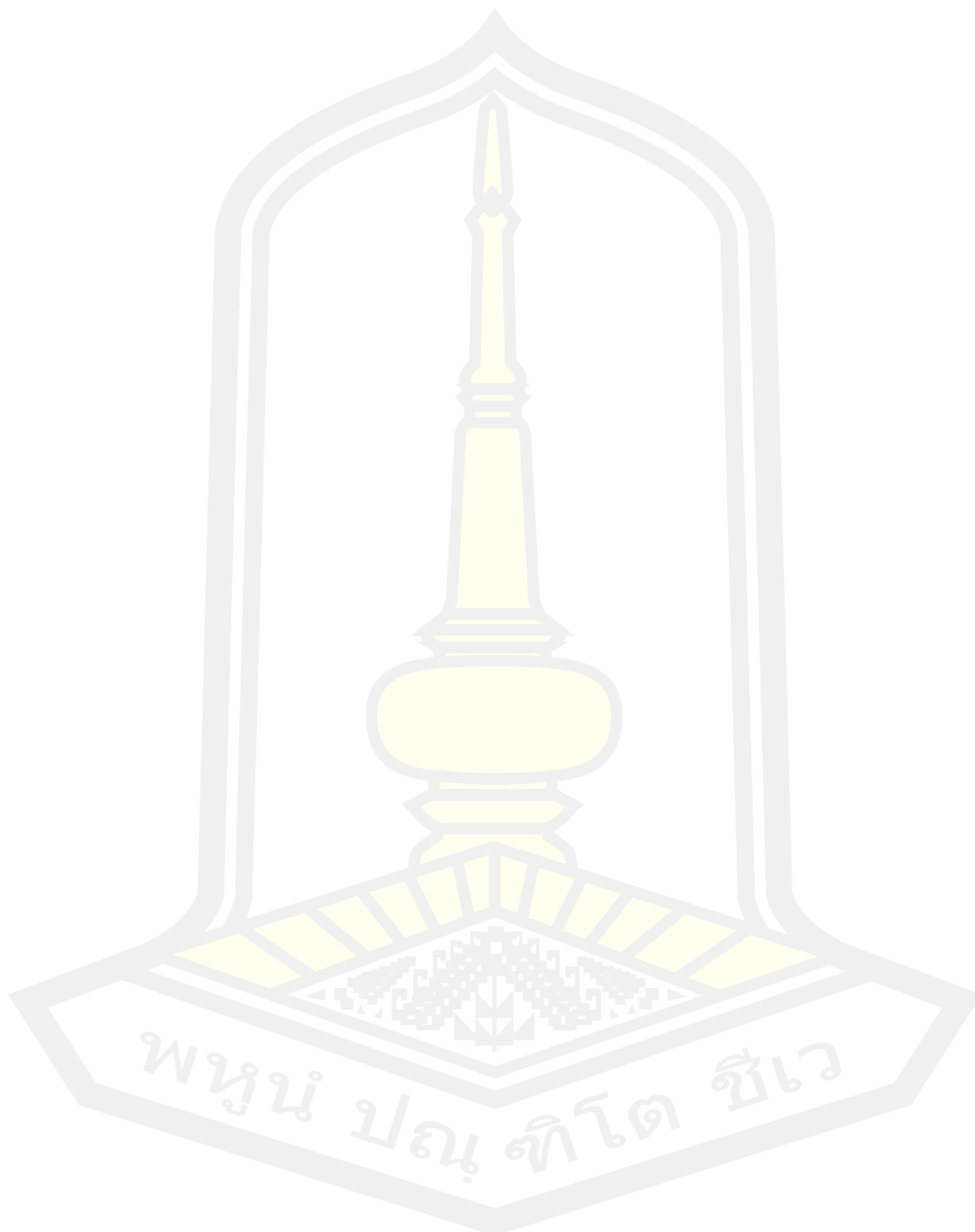
4.1.5 ใบบกิจกรรมกลุ่มควรรวบรัดคำถามให้กระชับ และไม่ควรมากเกินไป เพราะอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสน ไม่เข้าใจ ทำให้มีการเบี่ยงเบน และอาจทำให้ใช้เวลาในการทำใบบกิจกรรมกลุ่มมากเกินไป

4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

4.2.1 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถ ในการเขียนลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา

4.2.2 ควรมีการศึกษาหาสื่อออนไลน์ที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้อื่นๆที่ ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงศ์. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา*, กรุงเทพฯ: ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- กรมวิชาการ. (2542). *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ
- กรมวิชาการ. (2545). *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*, กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งหนังสือและพัสดุกระทรวงศึกษาธิการ. (2541). *คู่มือพัฒนาการศึกษา พ.ศ. 2541*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญญา โพธิ์วัฒน์. (2542). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. สถาบันราชภัฏสุรินทร์,
- กัญญารัตน์ โคจร. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (Effects of the Creative Problem Solving (CPS) Learning Model on Matter and Properties of Matter for Seventh Grade Students). *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 35(1). 18-26.
- กันตพร ชาวแพรและชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2562). การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้. *วารสาร Veridian E-Journal Silpakorn University สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ*. 12(2). 55-70.
- เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง. (2555). *การพัฒนาสื่อวัตกรรมการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ: เยลโล่การพิมพ์.
- จุลจิรา ปิ่นมัน. (2557). *ผลการสังเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es/ การแก้ปัญหาของโพลยา/การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว*

- ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 . วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. 12(59). 203-210.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน”. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 5-20.
- โชติกา ภาชีผล, ณัฐภรณ์ หลาวทองและกมลวรรณ ตังธนกันนท์. (2558). *การวัดและประเมินผล การเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2561). *การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- นันทน์ภัส นิยมทรัพย์. (2560). *ความรู้พื้นฐานด้านการเรียนการสอน*. นครปฐม: โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นิพิฐพร โกลลิตศักดิ์. (2553). *การวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่มและการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การทดลองแบบอนุกรมเวลา*. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บัญญัติ พูลสวัสดิ์. (2559). เกมบนโปรแกรมเชิงจินตภาพและแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ Visual programming and computational thinking game. *Journal of information science and technology*, 6(2), 9-16.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้นฉบับปรับปรุงใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปิยะธิดา ปัญญา. (2562). *สถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2560). *วิจัยการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปชญัญ ถานันตะ. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (A Survey of Mathematics Problem Solving Ability of Grade 11th Students in Thailand). *International conference on education and global studies*. 3(1).
- พัชรา พุ่มพชาติ. (2552). การสร้างเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับเด็ก ปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 13(2). 56-64.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แฮาส์ ออฟ เคอร์มีส์.

- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2545). ความเข้าใจเกี่ยวกับสอนสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2545). *สัมมนาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, เอกสารประกอบการเรียน วิชา 506713: สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- ไพศาล วรคำ. (2559). *การวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*, กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ยุดา รักไทยและธนิกานต์ มาฆะศิริรานนท์. (2549). *เทคนิคการแก้ปัญหาและตัดสินใจ (Problem solving decision making)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- วิรุฬห์ สิทธิเขตกรณ์และสุรียพร สว่างเมฆ. (2564). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะแบบ 5Es ร่วมกับบอร์ดเกมและการเขียน Formula Coding เรื่อง ประชากร ในสถานการณ์โรคระบาด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*. 23(3). 286-300.
- ศิริภรณ์ ตันนะลาและคณะ (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 5(2).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2539). *โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2549). *เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเผยแพร่ ขยายผลและอบรมรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *เอกสารประกอบการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. (2559). *ถอดรหัสการสอนสะเต็ม*. สงขลา: นำศิลป์โฆษณาจำกัด.

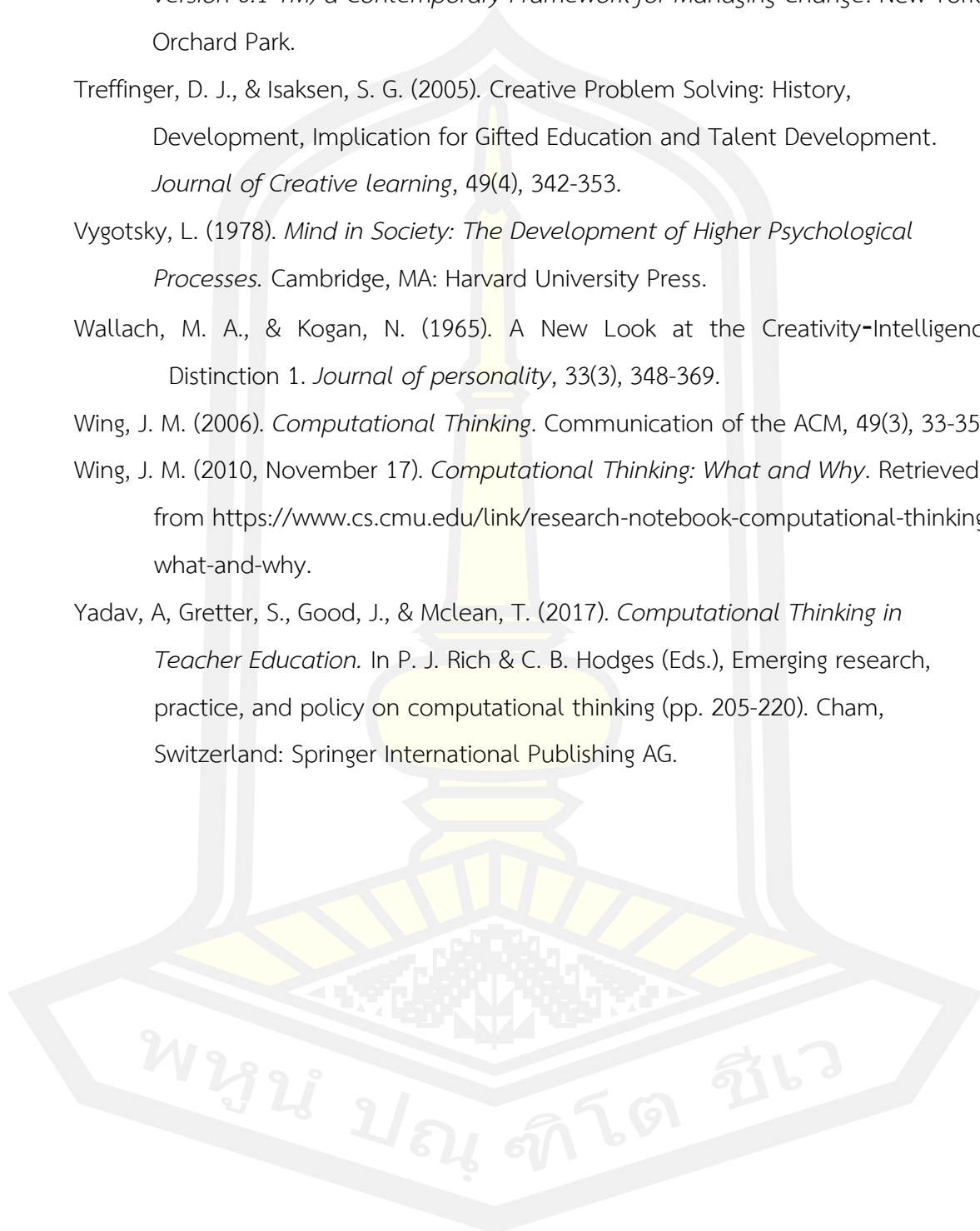
- สุพิน บุญชูวงศ์. (2538) *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอนวิทยาลัยครูสวนดุสิต.
- สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบบความคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. ภาพสีนรุ้: ประสานการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2558). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 10. ภาพสีนรุ้: ประสานการพิมพ์.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). *ตัวชี้วัดและ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- โสรยา ไพศาลวัฒนการณ. (2563). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 3 หน่วยความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง โดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัย มุกดาหาร. *วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย*. 4(3). 368-382.
- หงส์สุณีเยี อี้อรัตนรักษา. (2536). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ รูปแบบการคิดแก้ปัญหาขนาดตตามแนวคิดของทอร์แรนซ์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิชัย เหล่าพิเดช. (2556). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ปัญหาทางสังคมของไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. *วารสาร Veridian E-Journal Silpakorn University สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ*. 6(3). 757-774.
- อาพันธ์ชนิด เจนจิต. (2546). *กิจกรรมการเรียนการสอนเรขาคณิต โดยใช้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุษภูับัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อารีย์ วชิรวราการ. (2542). *การวัดและการประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- Aho, Alfred. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal*. 55. 832-835.
- Alex F. Osborn. (1979). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking*. New York: Scribner Book Company.

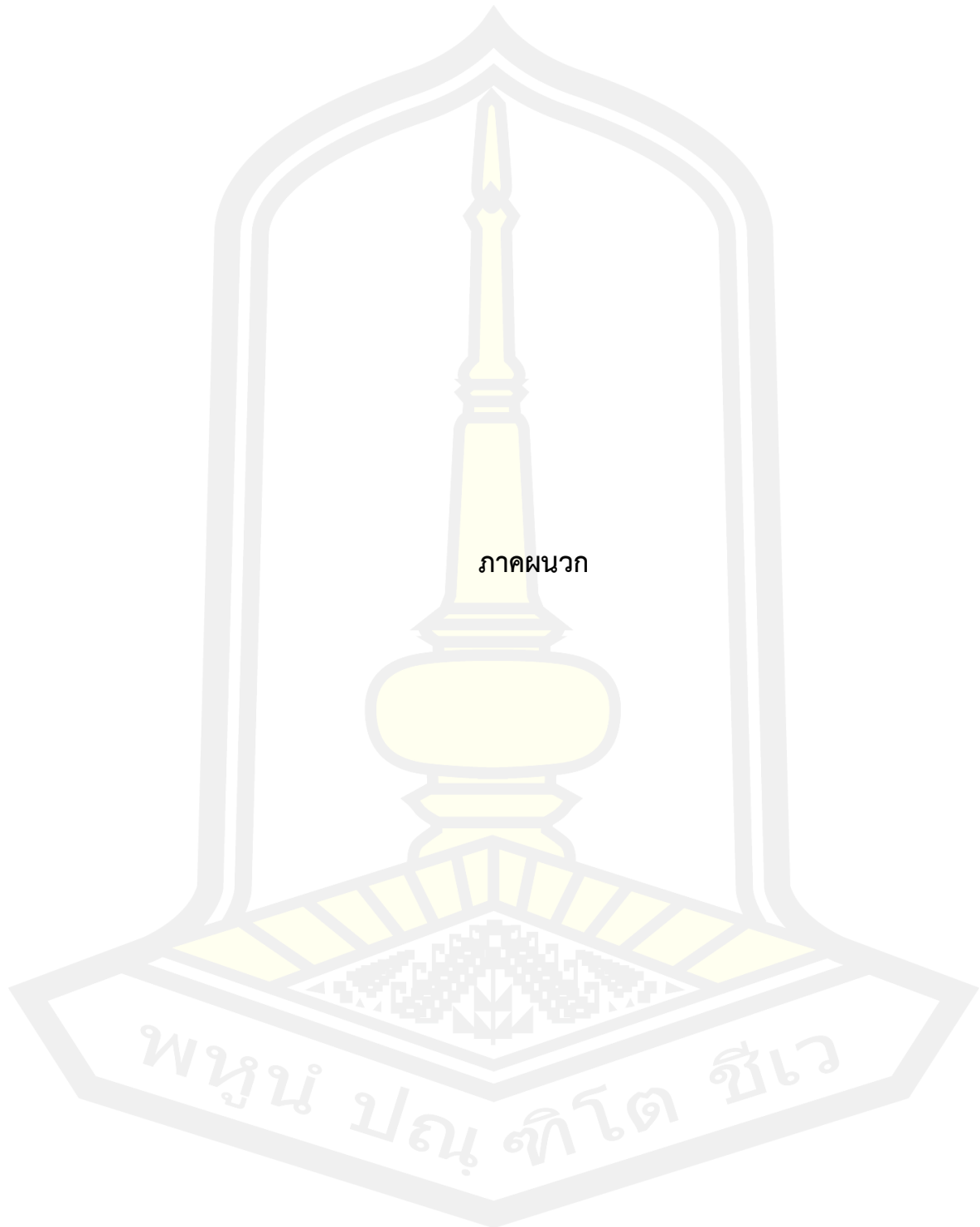
- Aslina Saad. (2020). Students' Computational Thinking Skill through Cooperative Learning Based on Hands-on, Inquiry-based, and Student-centric Learning Approaches. *Universal Journal of Educational Research*. 8(1). 290 – 296.
- Barcodey. (1993). *Problem Solving Reasoning and Communication K-8 Helping Children Think Mathematically*. New York Macmillan Publishing Company
- Barefoot, C. A. S. (2014). *Computational thinking*. Retrieved from [https://barefootcas.org.uk/wpcontent/uploads/2014/10/Computational thinking-Barefoot-Computing.pdf](https://barefootcas.org.uk/wpcontent/uploads/2014/10/Computational-thinking-Barefoot-Computing.pdf).
- Bienkowski, M. e. a. (2015). *Assessment design patterns for computational thinking practices in secondary computer science: A first look*. Menlo Park, CA: SRI International.
- Brackmann, C.P., Gonzalez, M. R., Robles, G., & Leon, J. M. (2017). *Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school*. The 12th workshop in primary and secondary computing education.
- Bruner Lerome S. (1969). *The Process of Education Massachusetts Howard University Process Cambridge*.
- Burton, E. E. P., Cleary, T. J., & Kitsantas, A (2018). Computational thinking in the context of science and engineering practices: A self-regulated learning approach. *Digital technologies: Sustainable innovations for improving teaching and learning*. 223-240.
- Carin, Arthur A. & Sund, R. B. (1980). *Teaching Science Through Discovery*. Columbus, OH: Charles E. Merrill.
- Cinnamon, K. M., Matulef, N. J., & Silverman, R. (1979). *Creative Problem Solving (Applied Skills Training Series)*. San Diego: Pfeiffer & Co.
- Code.org. (2015). *Computational thinking*. Retrieved from <https://code.org/curriculum/unplugged>
- CSTA, & ISTE. (2011). *Operational definition of computational thinking for K-12 education*. Retrieved from <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>

- Dolgopolas, Vladimiras & Jevsikova, Tatjana & Savulioniene, Loreta & Dagiene, Valentina. (2015). On Evaluation of Computational Thinking of Software Engineering Novice Students. 10.13140/RG.2.1.2855.9206.
- Hamza, M. & Griffith, Kimberly. (2006). Fostering Problem Solving & Creative Thinking in the Classroom: Cultivating a Creative Mind. *Journal of Electronic*. 19(3). 1-29.
- Helfant, E. (2017). *Computational thinking in STEM classroom*. Retrieved from [http://www.stlinatl.com/session/computational thinking-in-the-stem-classroom](http://www.stlinatl.com/session/computational-thinking-in-the-stem-classroom).
- Indiana Creative Problem-Solving Initiative Blumberg Center. (2003). Indiana Creative Problem Solving Initiative-Center for Creative Learning accessed August 20, 2003. available from <http://www.indetate.edu/ce/Blumberg/epl.html>.
- Isaken, S.G., DJ. Graettinger and K.B. Dorval (2003). *Creative Problem Solving (CPS) A Contemporary Framework for Managing Change accessed*. July 45, 2003 available from <http://www.cps.com/cps6html>.
- Isaksen, S.G., Dorval, K B., and Treffinger, DJ. (2011). *Creative Approaches to Problem Solving: A Framework for Innovation and Change*. New York: Sage.
- Jeannette M. Shean. (1979). The Effect of Training in Creative Problem Solving on Divergent Thinking and Organizational Perceptions of Students of School Administration. *The Journal of Creative Behavior*. 13(3).
- Kim, B., Kim, T., & Kim, J. (2013). Paper-and-Pencil Programming Strategy toward Computational Thinking for Non-Majors: Design your Solution. *Educational computing research*, 49(4), 437-459.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. Allyn and Bacon.
- Kogan, N., & Wallach, M. A. (1966). Modification of a Judgmental Style through Group Interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 4(2), 165.
- Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O.S., Hubert, T., & Almuhyirah, S. (2016). Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills. *Science education technology*, 25, 860-876.

- Lester, F., & Charles, R. (1982). *Teaching Problem Solving: What, Why & How*. Dale Seymour Publications.
- McKenna, J. (2017). *Computational Thinking in STEM Classroom*. Retrieved from <https://robomatter.com/blog-ct-in-stem-classroom/>
- Michael B. Ellison. (1995). *Creative Problem Solving Through Design Education: An Experimental Study*. Canada: Mount Saint Vincent University.
- Miller, B., Vehar, J. R., & Firestein, R. L. (2001). *Creativity Unbound*. Williamsville, NY. Innovation Resources.
- Mitchell, W. E., & Kowalik, T. F. (1999). *Creative Problem Solving (3rd ed.)*. [Workbook]. NGSS Lead State. (2013). *Next Generation Science Standards: For State, by State*. Washington, D.C: National Academies Press.
- Parnes, S. J. (1966). *Manual for Institutes and Programs*. New York: Creative Education Foundation.
- Parnes, S.J. (1977), *Guiding Creative Action Gifted Child Quarterly*, 21, 4 (December): 460472.
- Parnes, S.J. (1992). "Creative Problem Solving and Vizioning." in S.J. Parnes (Ed.) *Source book for Creative Problem-solving*, 133-154. New York: Creative Education Foundation Press.
- Román-González, M., Pérez-González, J., & Jiménez-Fernández, C. (2016). Which Cognitive Abilities Underlie Computational Thinking? Criterion Validity of the Computational Thinking Test. *Comput. Hum. Behav.*, 72, 678-691.
- Real, P. D. (2010). *Creative Problem Solving (CPS): The 5-Minute Guide*. OmniSkills. http://omniskills.com/downloads/cpsdox/cps_5min_guide.pdf
- Rodriguez, B. R. (2015). *Assessing Computational Thinking in Computer Science Unplugged Activities (Master's thesis)*, Colorado School of Mines.
- Selby, C. C. (2015). *Relationships: Computational Thinking, Pedagogy of Programming, and Bloom's Taxonomy*. The workshop in primary and secondary computing education. New York, United States.
- Tafoya and other. (1960). *Assessing Inquiry Potential: A tool for CURRICULUM Decision Making School Science and Mathematics*, 80(1), 43-48.

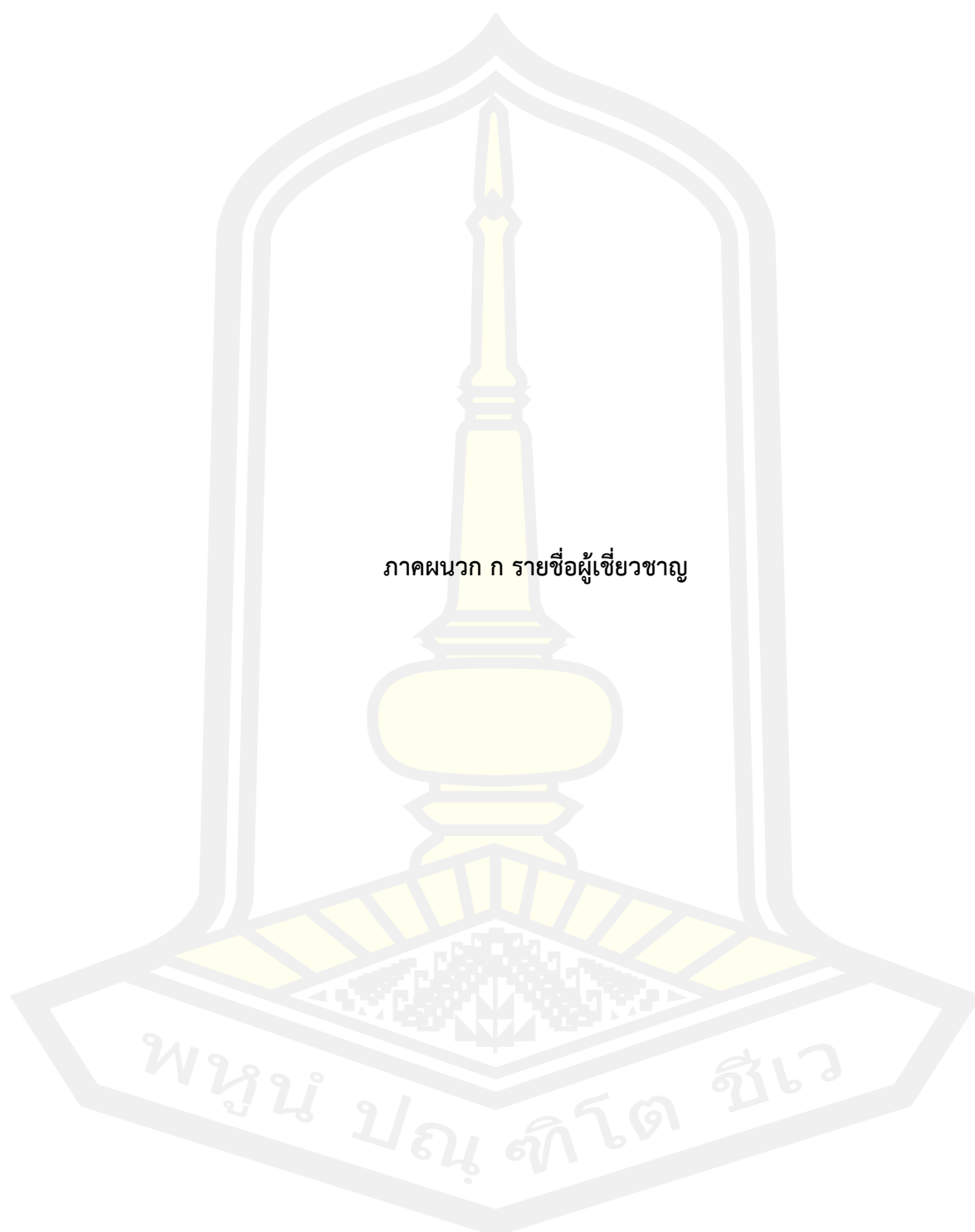
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (2003). *Creative Problem Solving (CPS Version 6.1 TM) a Contemporary Framework for Managing Change*. New York: Orchard Park.
- Treffinger, D. J., & Isaksen, S. G. (2005). Creative Problem Solving: History, Development, Implication for Gifted Education and Talent Development. *Journal of Creative Learning*, 49(4), 342-353.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wallach, M. A., & Kogan, N. (1965). A New Look at the Creativity-Intelligence Distinction 1. *Journal of personality*, 33(3), 348-369.
- Wing, J. M. (2006). *Computational Thinking*. *Communication of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wing, J. M. (2010, November 17). *Computational Thinking: What and Why*. Retrieved from <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>.
- Yadav, A, Gretter, S., Good, J., & Mclean, T. (2017). *Computational Thinking in Teacher Education*. In P. J. Rich & C. B. Hodges (Eds.), *Emerging research, practice, and policy on computational thinking* (pp. 205-220). Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.





ภาคผนวก

พหุบัน ปณฺ ฑิต ชีเว



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

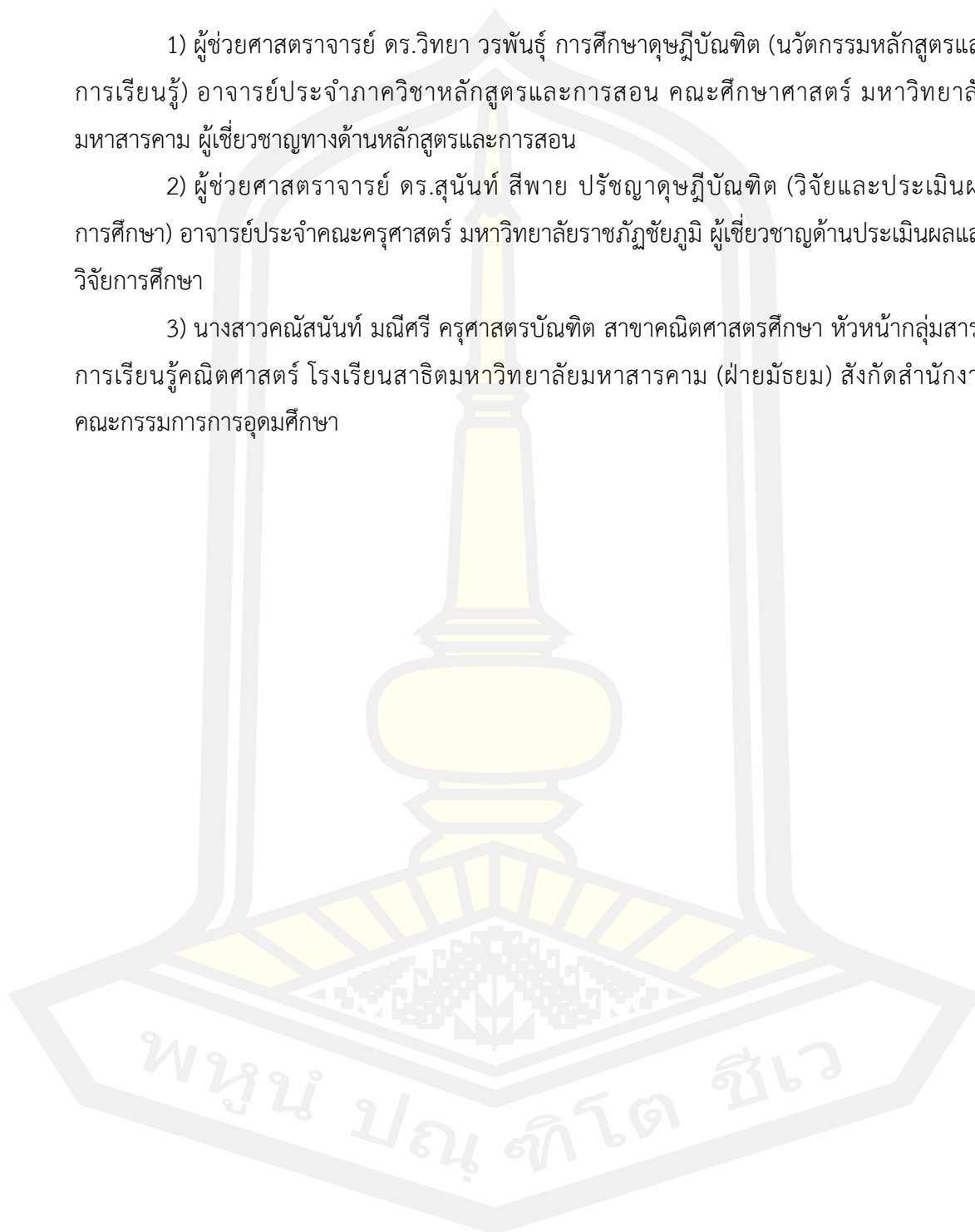
พหุบัณฑิตวิทยาลัย

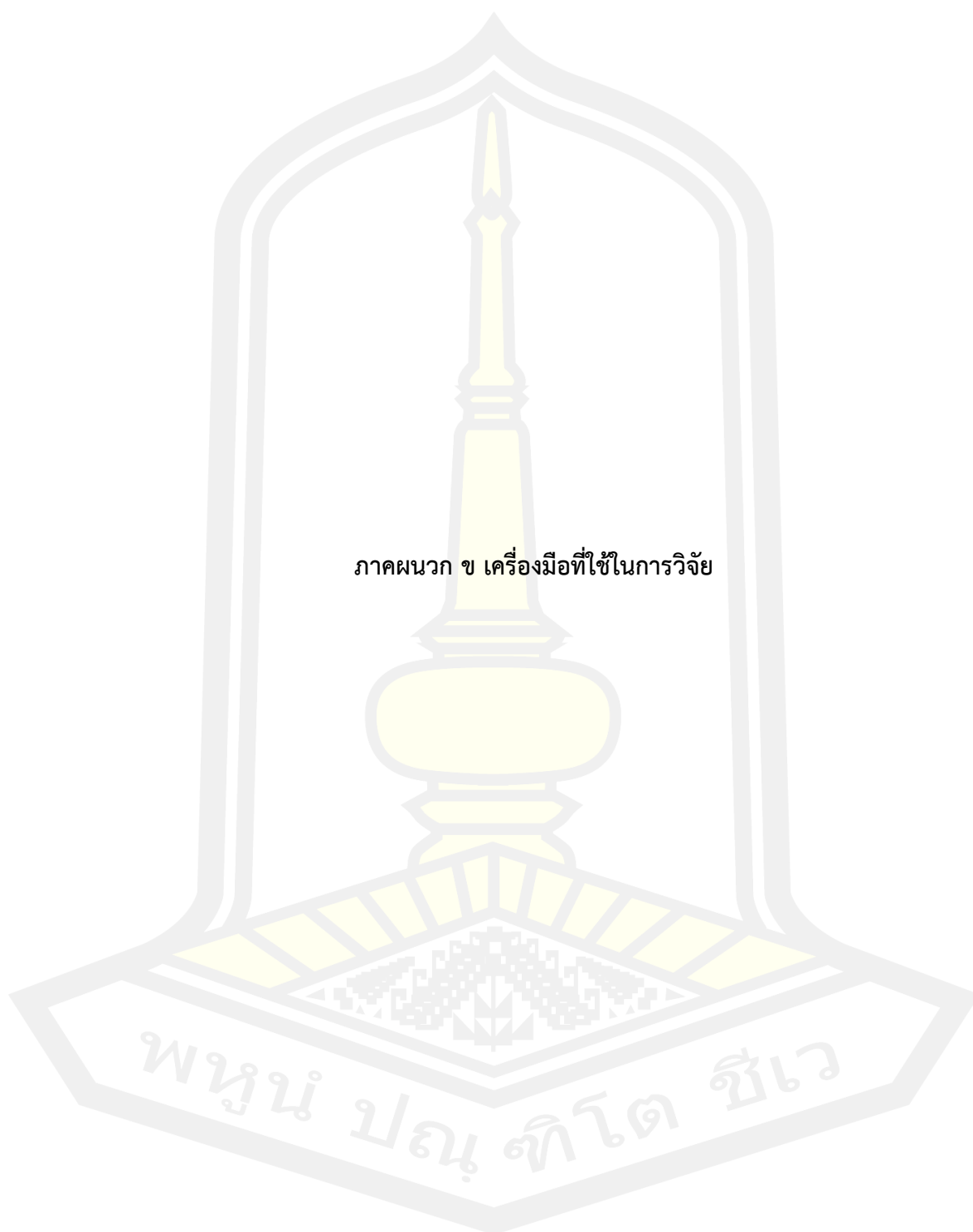
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (นวัตกรรมการหลักสูตรและการเรียนรู้) อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สีพาย ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ผู้เชี่ยวชาญด้านประเมินผลและวิจัยการศึกษา

3) นางสาวคณิสันท์ มณีศรี ครุศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา





ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุณ ปณุกิตโต สีเว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รหัสวิชา ค22103

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สถิติ

กลุ่มสาระ คณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้ เรื่อง แผนภาพแบบต้นไม้

เวลาเรียน 50 นาที

มัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด

ค 3.1 ม.2/1

เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพจุด แผนภาพต้นไม้ ฮิสโทแกรม และค่ากลางของข้อมูล และแปลความหมายผลลัพธ์ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

2. สาระการเรียนรู้

แผนภาพแบบต้นไม้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ (K-P-A)

ความรู้ (K)

นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภาพต้นไม้ได้

ทักษะกระบวนการ (P)

นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลใน แผนภาพต้นไม้ ได้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

นักเรียนมีความกระตือรือร้นสนใจและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

4. สาระสำคัญ

การนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภาพต้นไม้ เป็นการจัดการข้อมูลเป็นกลุ่ม ๆ หรือช่วง ๆ โดยมีหลักการเขียนส่วนประกอบออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนต้น (Stem) และส่วนใบ (Leaf)

ส่วนต้น (Stem) ในกรณีที่ข้อมูลมีค่าสูงไม่เกิน 99 จะมีเลขโดดหลักสิบเป็นส่วนต้น ในกรณีที่ข้อมูล มีค่าสูงไม่เกิน 999 จะมีเลขโดดหลักร้อยและหลักสิบเป็นส่วนต้น

ส่วนใบ (Leaf) เป็นส่วนที่แสดงข้อมูลส่วนย่อย โดยเขียนหลักหน่วยเป็นส่วนใบ

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ขั้นทบทวนความรู้ (5 นาที)

5.1.1 ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับรูปแบบการนำเสนอข้อมูลทางสถิติในรูปแบบแผนภาพแบบจุด ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร มีวิธีการสร้างแผนภาพจุดมีขั้นตอนการสร้างอย่างไร

5.1.2 หลังจากที่ได้ถามนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะรูปแบบการนำเสนอทางสถิติในรูปแบบแผนภาพแบบจุด ครูนำตัวอย่างรูปแบบการนำเสนอข้อมูลอีก 1 รูปแบบ มาให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ ถึงความแตกต่างของลักษณะการนำเสนอข้อมูลดังนี้

จากคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องหนึ่งจำนวน 45 คน ตอบคำถามแต่ละข้อได้ดังนี้

1) เขียนแผนภาพต้น-ใบ แสดงคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

3	0 0 0 1 1 1 2 2 2 3 3 6 6 7 7 7 7 8 8 8
4	2 2 4 7 8 8
5	1 1 1 2 2 3 3 5 5 6 6 7 8 8 8 9 9 9
6	0

สัญลักษณ์ 4|2 หมายถึง 42

5.1.4 หลังจากที่ได้ให้นักเรียนได้ดูตัวอย่างเกี่ยวกับรูปแบบการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะที่แตกต่างกัน ระหว่างแผนภาพแบบจุดกับแผนภาพดังตัวอย่าง

5.2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ (5 นาที)

5.2.1 ครูได้ทำการแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน พร้อมแจกใบกิจกรรมกลุ่มซึ่งในใบกิจกรรมกลุ่มจะมีสถานการณ์ปัญหา “ศึกดีเลี้ยงปลานิลไว้ในบ่อหลายบ่อ หนึ่งเดือนก่อนครบกำหนดจับขาย เขาสู่มจับปลาขึ้นมา 40 ตัว แล้วชั่งน้ำหนักปลาแต่ละตัวเป็นกรัม ได้ผลดังนี้

466	436	326	382	441	420	409	468
463	468	400	461	466	457	466	441
471	459	414	453	470	414	470	455
339	407	473	476	433	392	334	401
479	427	417	455	318	385	452	400

1) จงเขียนแผนภาพต้น-ใบ แสดงน้ำหนักของปลานิล

- 2) ปรานิลที่หนักมากที่สุดและหนักน้อยที่สุด หนักเท่าใด
 3) ถ้าศักดิ์กำหนดเกณฑ์น้ำหนักของปรานิลที่จับได้ช่วงเวลาดังกล่าวว่า จะต้องมึน้ำหนักอย่างน้อย 350 กรัมขึ้นไป ปรานิลที่ไม่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละเท่าใด”

5.2.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านใบกิจกรรมกลุ่มของตัวเอง หลังจากนั้นครูถามนักเรียนเกี่ยวกับ ใบกิจกรรมกลุ่ม แล้วให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมกลุ่มในส่วนของข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ซึ่งคำถามมีดังนี้ “ข้อที่ 1 สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาคำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง ข้อที่ 2 สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง” โดยครูจะทำการสุ่มตัวแทน 1 – 2 กลุ่ม ในการตอบคำถามทั้ง 2 ข้อนี้

5.2.3 หลังจากที่ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมกลุ่มเสร็จ ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาของสถานการณ์ในข้อที่ 1 ว่าแผนภาพต้น-ใบคืออะไร

5.2.4 ครูได้อธิบายถึงรูปแบบการนำเสนอ โดยการใช้แผนภาพแบบต้น-ใบว่า **แผนภาพต้น-ใบ** เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณที่มีการเรียงลำดับข้อมูลและช่วยให้เห็นภาพรวมของข้อมูลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น หลักการง่าย ๆ ในการนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภาพต้น-ใบ คือการแบ่งตัวเลขที่แสดงข้อมูลเชิงปริมาณออกเป็นสองส่วนที่เรียกว่า **ส่วนลำต้น** และ **ส่วนใบ** โดยในที่นี้ส่วนใบจะเป็นตัวเลขที่อยู่ขวาสุด ส่วนตัวเลขที่เหลือจะเป็นส่วนต้น เช่น 159 จะมี 9 เป็นส่วนใบ และมี 15 เป็นส่วนลำต้น

5.2.5 ครูได้ยกตัวอย่างวิธีการสร้างแผนภาพแบบต้น-ใบให้นักเรียน ดังนี้

พิจารณาข้อมูลน้ำหนักเป็นกิโลกรัมของนักเรียนชั้น ม.2 จำนวน 20 คน ต่อไปนี้

51	41	41	52	39	49	57	41	48	46
59	57	43	52	41	44	60	45	46	72

จากข้อมูลข้างต้น สามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภาพต้น-ใบ ได้โดยแบ่งข้อมูลแต่ละตัวเป็นส่วนต้นและส่วนใบ โดยให้ข้อมูลที่มีตัวเลขแสดงส่วนลำต้นเป็นตัวเลขเดียวกันอยู่ในแถวเดียวกัน แล้วเขียนตัวเลขที่แสดงส่วนใบ พร้อมทั้งกำหนดสัญลักษณ์แทนการอ่านข้อมูล จะได้แผนภาพต้น-ใบ ดังนี้

ต้น	ใบ
3	9
4	1 1 9 1 8 6 3 1 4 5 6
5	1 2 7 9 7 2
6	0
7	2

สัญลักษณ์ 5|2 หมายถึง 52

โดยทั่วไปมักจะเรียงข้อมูลจากน้อยไปมาก ซึ่งจะทำให้ได้แผนภาพต้น-ใบ ดังนี้

3	9
4	1 1 1 1 3 4 5 6 6 8 9
5	1 2 2 7 7 9
6	0
7	2

51, 52, 52, 57, 57, 59

5.2.5 หลังจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรม ว่าลักษณะข้อมูลเป็นอย่างไร เราสามารถสร้างแผนภาพได้อย่างไร

5.2.6 ครูทำการสุ่มตัวแทน 1 – 2 กลุ่ม ในการตอบคำถามข้อที่ 3 ข้อที่ 4 และ ข้อที่ 5 ซึ่งคำถามมีดังนี้ “ข้อที่ 3 จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ ข้อที่ 4 นักเรียนควรเลือกใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใดถึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหา ข้อที่ 5 นักเรียนมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างไร และข้อที่ 6 คำตอบของ สถานการณ์ปัญหานี้มีอะไรบ้าง” โดยครูสุ่มถามนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ข้างต้นว่า เราสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์ได้ (เช่นการเปรียบเทียบข้อมูลในแผนภาพ การอ่านค่าของแผนภาพ นับจำนวนของข้อมูลในแผนภาพ) แล้วครูถามว่า ในแต่ละวิธีที่ตอบมาหรือหามาได้ควรใช้วิธีการใดถึงจะเหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด พร้อมให้เหตุผล โดยครูให้นักเรียนเสนอเหตุผลต่างๆ เพื่อจะนำเหตุมาเปรียบเทียบกันภายในกลุ่ม จนนักเรียนสามารถหรือสรุปเลือกวิธีที่เหมาะสมได้ ครูก็ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานจนเสร็จ

5.3 ชั้นสรุป (15 นาที)

5.3.1 หลังจากให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำงานจนเสร็จ ครูก็จะทำการสุ่มกลุ่มออกมาเสนอมา 1-2 กลุ่ม โดยให้นำเสนอเกี่ยวกับกระบวนการทำงานภายในกลุ่ม แนวทางการคิดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาภายในกลุ่ม

5.3.2 ครูก็ถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากทำกิจกรรมกลุ่ม ว่า

“แผนภาพแบบต้น-ใบนั้นมีลักษณะเป็นเช่นไร”

“เราสามารถอ่านค่าของข้อมูลจากแผนภาพแบบต้น-ใบได้อย่างไร”

5.4 ชั้นฝึกทักษะ (5 นาที)

5.4.1 ครูแจกแบบฝึกทักษะให้นักเรียนทุกคน ซึ่งในแบบฝึกทักษะมีสถานการณ์ปัญหาดังนี้ “ความสูงเป็นเซนติเมตรของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ชั้น ม.2 ห้องหนึ่ง เป็นดังนี้

ชาย	174	171	162	172	159	175	158	164	160	159	159
	174	161	165	169	175	166	163	169	169	162	172
หญิง	156	158	156	146	148	164	166	154	157	162	166
	157	167	151	153	157	146	165	161	145	168	156
	155	165	159	150	151	157					

- 1) จงเขียนแผนภาพต้น-ใบ โดยใช้ส่วนลำต้นร่วมกัน เพื่อแสดงความสูงของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง
- 2) พิสัยของความสูงของนักเรียนชายเป็นเท่าใด และของนักเรียนหญิงเป็นเท่าใด
- 3) พิสัยของความสูงของนักเรียนชั้น ม.2 ห้องนี้ เป็นเท่าใด
- 4) นักเรียนชายส่วนใหญ่มีความสูงอยู่ในช่วงใด และนักเรียนหญิงส่วนใหญ่มีความสูงในช่วงใด”

5.4.2 นักเรียนปรึกษากับเพื่อนที่นั่งข้างๆ เพื่อหาคำตอบของแบบฝึกทักษะ

5.4.3 ครูสุ่มถามนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ข้างต้นว่า เราสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาของสถานการณ์ (เช่นการเปรียบเทียบข้อมูลในแผนภาพ การอ่านค่าของแผนภาพ นับจำนวนของข้อมูลในแผนภาพ การนำค่าของข้อมูลมาบวกกลับกัน) แล้วครูถามว่า วิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีที่ตอบมาหรือหามาได้ควรใช้วิธีการใดถึงจะเหมาะสมที่สุด พร้อมให้เหตุผล โดยครูให้นักเรียนเสนอเหตุผลต่างๆ เพื่อนำเหตุมาเปรียบเทียบกัน จนนักเรียนสามารถหรือสรุปเลือกวิธีที่เหมาะสมได้ ครูก็ให้นักเรียนแต่ละคนทำงานจนเสร็จ

5.4.4 หลังจากที่ให้นักเรียนได้ศึกษาและทำแบบฝึกทักษะ ครูทำการสุ่มตัวแทนนักเรียน 1-2 คน เพื่อตอบคำถามในแบบฝึกทักษะ โดยที่ครูก็สรุปและเฉลยคำตอบไปพร้อมกับนักเรียน

5.5 ชั้นนำความรู้ไปใช้ (10 นาที)

5.5.1 ครูให้นักเรียนแจกแบบฝึกหัด ซึ่งสถานการณ์ในแบบฝึกหัดมีดังนี้ “ใศภาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม) ในมะเขือพวงปริมาณ 100 กรัม จาก 20 แหล่ง ได้ผลวิเคราะห์ดังแผนภาพต้น-ใบ ต่อไปนี้



1	2
2	
3	8 9 9
4	0 1 2 2 2 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5 5

- 1) นักเรียนคิดว่า ผลการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็กของโศภามีข้อผิดพลาดหรือไม่ เพราะเหตุใด
- 2) ลักษณะของข้อมูลที่โศภารวบรวมได้เป็นอย่างไร
- 3) โศภาควรจะสรุปว่าในมะเขือพวง 100 กรัม มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่เท่าใด เพราะเหตุใด”

5.5.2 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และครูได้สุ่มถามนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ข้างต้นว่า เราสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ (เช่น การเปรียบเทียบข้อมูลในแผนภาพ การอ่านค่าของแผนภาพ นับจำนวนของข้อมูลในแผนภาพ) แล้วครูถามว่า วิธีการแก้ปัญหาในแต่ละวิธีที่ตอบมาหรือหามาได้ ควรใช้วิธีการใดถึงจะเหมาะสมที่สุด พร้อมให้เหตุผล จนนักเรียนสามารถหรือสรุปเลือกวิธีที่เหมาะสมได้ ครูก็ให้นักเรียนแต่ละคนทำงานจนเสร็จ

5.5.4 ครูสุ่มนักเรียน 1-2 คน ในการตอบคำถามในแบบฝึกหัด โดยครูสรุปและเฉลยคำตอบไปพร้อมกับนักเรียน

5.6 ชั้นประเมิน (10 นาที)

5.6.1 ครูแจกแบบทดสอบหลังเรียนให้นักเรียนทุกคนทำในคาบเรียนภายในเวลา 10 นาที เพื่อที่จะประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับแผนภาพต้น-ใบ

6. การวัดและประเมินผล (K-P-A)

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้		
	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) -นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภาพต้น-ไปได้	ทำแบบทดสอบ	แบบทดสอบ	70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะกระบวนการ (P) - นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลใน แผนภาพต้น-ไปได้	ทำแบบทดสอบ	แบบทดสอบ	70% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - นักเรียนมีความกระตือรือร้นสนใจและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน	การสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม	60% ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

7. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

- 7.1 หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- 7.2 เอกสารประกอบการเรียน
- 7.3 แบบทดสอบ

8. เอกสารอ้างอิง

หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

9.บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

9.1 ผลการเรียนรู้

9.2 ปัญหาและอุปสรรค

9.2.1 ก่อนสอน

9.2.2 ขณะสอน

9.2.3 หลังสอน

9.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไขปัญหา

พจน ๒๓๓ ๒๓๓ ๒๓๓

ใบกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มที่ ห้อง

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....
 ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....
 ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....
 ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....
 ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

ศักดิ์เลี้ยงปลานิลไว้ในบ่อหลายบ่อ หนึ่งเดือนก่อนครบกำหนดจับขาย เขาสุ่มจับปลาขึ้นมา 40 ตัว แล้วชั่งน้ำหนักปลาแต่ละตัวเป็นกรัม ได้ผลดังนี้

466	436	326	382	441	420	409	468
463	468	400	461	466	457	466	441
471	459	414	453	470	414	470	455
339	407	473	476	433	392	334	401
479	427	417	455	318	385	452	400

- 1) จงเขียนแผนภาพต้น-ใบ แสดงน้ำหนักของปลานิล
- 2) ปลานิลที่หนักมากที่สุดและหนักน้อยที่สุด หนักเท่าใด
- 3) ถ้าศักดิ์กำหนดเกณฑ์น้ำหนักของปลานิลที่จับได้ช่วงเวลาดังกล่าวว่าจะต้องมีน้ำหนักอย่างน้อย 350 กรัมขึ้นไป ปลานิลที่ไม่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละเท่าใด

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

.....

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนควรเลือกใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใดถึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....



เกณฑ์การให้คะแนนใบกิจกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้ได้	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วน พร้อมกับระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้ได้	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์และระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์และระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้ได้ไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่ระบุปัญหาของสถานการณ์และระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้
นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่ระบุแนวทางหรือแนวคิดในการแก้ปัญหา
นักเรียนสามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาค่ากลางได้หลากหลายวิธี	นักเรียนสามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาค่ากลางได้มากกว่า 1 วิธี และถูกต้องมีความเป็นไปได้	นักเรียนสามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาค่ากลางได้ 1 วิธี และถูกต้องมีความเป็นไปได้	นักเรียนไม่สามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาค่ากลางได้ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียนสูตรหรือวิธีการหาค่ากลาง
นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วน	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้	นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วน	นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้ถูกต้องชัดเจนแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบ

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนจากการประเมิน 70% ขึ้นไป



แบบฝึกทักษะ

ชื่อ - นามสกุล..... ชั้น.....เลขที่.....

ความสูงเป็นเซนติเมตรของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ชั้น ม.2 ห้องหนึ่ง เป็นดังนี้

ชาย	174	171	162	172	159	175	158	164	160	159	159
	174	161	165	169	175	166	163	169	169	162	172
หญิง	156	158	156	146	148	164	166	154	157	162	166
	157	167	151	153	157	146	165	161	145	168	156
	155	165	159	150	151	157					

- 1) จงเขียนแผนภาพต้น-ใบ โดยใช้ส่วนลำต้นร่วมกัน เพื่อแสดงความสูงของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง
- 2) พิสัยของความสูงของนักเรียนชายเป็นเท่าใด และของนักเรียนหญิงเป็นเท่าใด
- 3) พิสัยของความสูงของนักเรียนชั้น ม.2 ห้องนี้ เป็นเท่าใด
- 4) นักเรียนชายส่วนใหญ่มีสภาพความสูงอยู่ในช่วงใด และนักเรียนหญิงส่วนใหญ่มีสภาพความสูงในช่วงใด

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

.....

.....

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนควรเลือกใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใดถึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. คำตอบของ สถานการณ์ปัญหานี้มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

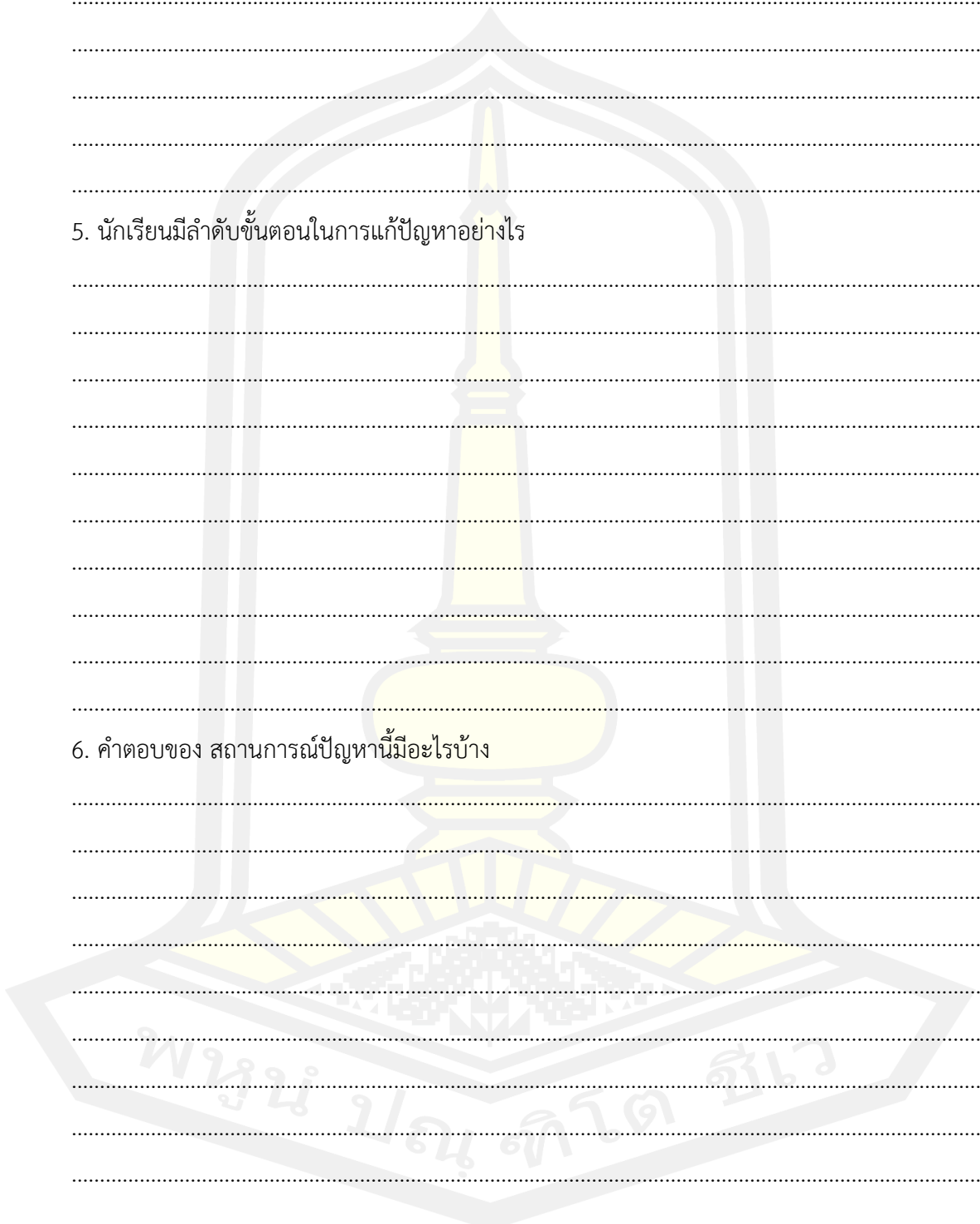
.....

.....

.....

.....

.....



แบบฝึกหัด

ชื่อ - นามสกุล..... ชั้น.....เลขที่.....

โศภาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม) ในมะเขือพวงปริมาณ 100 กรัม จาก 20 แหล่ง
ได้ผลวิเคราะห์ดังแผนภาพต้นไม้ ต่อไปนี้



1	2
2	
3	8 9 9
4	0 1 2 2 2 3 3 3 3 3 3 4 4 4 5 5

- นักเรียนคิดว่า ผลการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุเหล็กของโศภามีข้อผิดพลาดหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ลักษณะของข้อมูลที่โศภารวบรวมได้เป็นอย่างไร
- โศภาควรจะสรุปว่าในมะเขือพวง 100 กรัม มีปริมาณธาตุเหล็กอยู่เท่าใด เพราะเหตุใด

1. สิ่งที่สามารถระบุปัญหาที่กำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

.....

.....

2. สิ่งที่สามารถระบุปัญหาที่ต้องการ มีอะไรบ้าง

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบ

ชื่อ - นามสกุล..... ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องหนึ่งจำนวน 45 คน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน เป็นดังนี้

42	31	47	37	38	36	44	30	52
37	56	58	53	59	59	32	58	30
51	42	33	32	59	51	37	38	33
30	48	55	36	55	51	37	53	31
56	52	58	38	57	48	32	60	31

1) จงนำเสนอคะแนนสอบข้างต้นด้วยแผนภาพต้น-ใบ

2) พิสัยของคะแนนสอบของนักเรียนห้องนี้เป็นเท่าใด

3) คะแนนสอบที่นักเรียนได้เท่ากันมากที่สุดเป็นเท่าใด

4) นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในช่วงใด

5) เมื่อกำหนดให้เกณฑ์ในการผ่านอยู่ที่ 40 คะแนนขึ้นไป จะมีนักเรียนผ่านเกณฑ์กี่เปอร์เซ็นต์

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
1.นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้ถูกต้องทั้งหมดพร้อมแสดงวิธีทำได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้ถูกต้องแต่ไม่แสดงวิธีทำ	นักเรียนไม่เขียนอธิบายเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้ถูกต้องและไม่ได้แสดงวิธีทำ	นักเรียนไม่เขียนอธิบายเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบ

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนจากการประเมิน 70% ขึ้นไป



เกณฑ์การให้คะแนนแบบฝึกทักษะ (P)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	3	2	1	0
นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้	นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้ถูกต้องชัดเจนครบถ้วน	นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้ถูกต้องชัดเจนแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถเขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบได้ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียนแสดงการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพต้น-ใบ

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนจากการประเมิน 70% ขึ้นไป



แบบประเมินการให้คะแนนแบบทดสอบ (K)

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องให้คะแนนที่ตรงกับความรู้ความเข้าใจของนักเรียนมากที่สุด

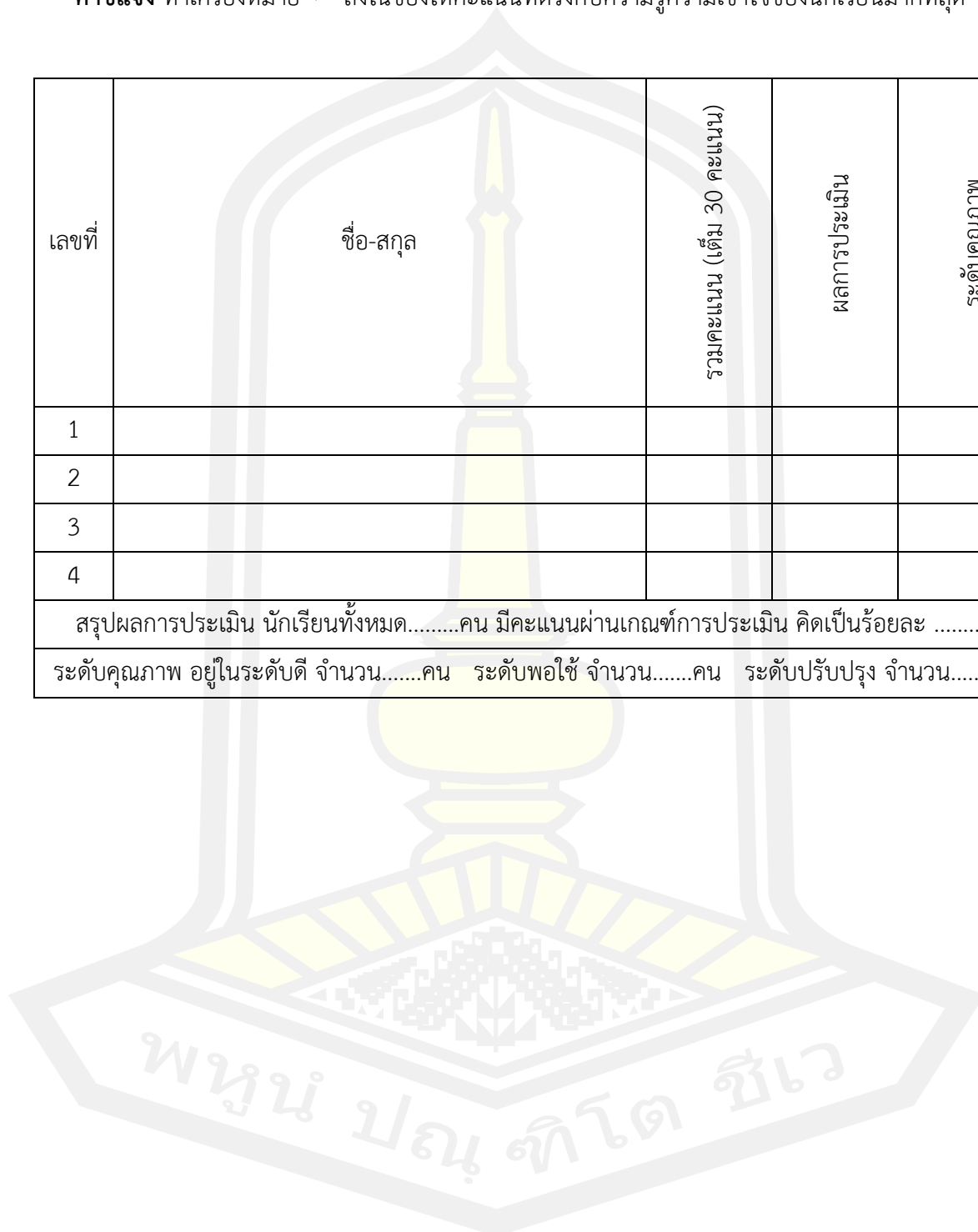
เลขที่	ชื่อ-สกุล	รวมคะแนน (เต็ม 3 คะแนน)	ผลการประเมิน	ระดับคุณภาพ
1				
2				
3				
4				
สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด.....คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์การประเมิน คิดเป็นร้อยละ				
ระดับคุณภาพ อยู่ในระดับดี จำนวน.....คน ระดับพอใช้ จำนวน.....คน ระดับปรับปรุง จำนวน.....คน				



แบบประเมินการให้คะแนนใบกิจกรรมกลุ่มและแบบฝึกหัด (P)

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องให้คะแนนที่ตรงกับความรู้ความเข้าใจของนักเรียนมากที่สุด

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รวมคะแนน (เต็ม 30 คะแนน)	ผลการประเมิน	ระดับคุณภาพ
1				
2				
3				
4				
สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด.....คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์การประเมิน คิดเป็นร้อยละ				
ระดับคุณภาพ อยู่ในระดับดี จำนวน.....คน ระดับพอใช้ จำนวน.....คน ระดับปรับปรุง จำนวน.....คน				



แบบบันทึกคะแนนพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล (A)

คำชี้แจง : ให้ผู้สังเกตพิจารณาพฤติกรรมของผู้เรียนรายบุคคลและเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง
ระดับคะแนน

ระดับ 3 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับสูงมาก

ระดับ 2 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับสูง

ระดับ 1 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับปานกลาง

ระดับ 0 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับต่ำ

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รวมคะแนน (เต็ม 6 คะแนน)	ผลการประเมิน	ระดับคุณภาพ
1				
2				
3				
4				
สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด.....คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์การประเมิน คิดเป็นร้อยละ				
ระดับคุณภาพ อยู่ในระดับดี จำนวน.....คน ระดับพอใช้ จำนวน.....คน ระดับปรับปรุง จำนวน.....คน				

พหุบัณฑิต ชีวะ

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

ที่	พฤติกรรมที่ประเมิน	เกณฑ์การประเมิน			
		3	2	1	0
1	นักเรียนเข้าเรียน	นักเรียนเข้าเรียน ทันเวลา	นักเรียนเข้าเรียน หลังจากเริ่มเรียน ไป 1-10 นาที	นักเรียนเข้าเรียน หลังจากเริ่มเรียน ไป 11 นาทีขึ้นไป	นักเรียนไม่เข้า เรียน
2	ส่งงานตรงต่อเวลา	นักเรียนส่งงาน ก่อนเวลาที่ กำหนด	นักเรียนส่งงาน ล่าช้ากว่ากำหนด 1-7 วัน	นักเรียนส่งงาน ล่าช้ากว่ากำหนด 1 สัปดาห์เป็นต้น ไป	นักเรียนไม่ส่ง งานเลย

เกณฑ์การผ่าน ได้คะแนนจากการประเมิน 60% ขึ้นไป (4 คะแนนขึ้นไป)

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
5-6	ดี
3-4	พอใช้
0-2	ปรับปรุง

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

แบบทดสอบ

ชื่อ - นามสกุล 0-6-1017 วชิร วิชา..... ชั้น ม.2/ในทศ. 22.

คำชี้แจง ให้ทำกิจกรรมตามคำสั่งต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ข้อมูลเกี่ยวกับความสูง (เซนติเมตร) ของนักเรียนห้องเรียนชั้นนี้

168	165	151	175	166	162	147	166	145	162
145	163	156	155	156	147	166	160	149	171
169	150	145	149	160	173	161	153	161	175

1) จงเขียนแผนภาพแสดงการแจกแจงถ่วงน้ำหนักนักเรียนห้องนี้

แบบทดสอบ

ชื่อ - นามสกุล..... ส.อ.จ. รัชต์ชญาณี นิสสัย..... ชั้น ม.2/3 เลขที่.....

คำชี้แจง ให้ทำกิจกรรมตามคำสั่งต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ข้อมูลเกี่ยวกับความสูง (เซนติเมตร) ของนักเรียนห้องเรียนชั้นนี้

168	165	151	175	166	162	147	166	145	162
145	163	156	155	156	147	166	160	149	171
169	150	145	149	160	173	161	153	161	175

1) จงเขียนแผนภาพแสดงการแจกแจงถ่วงน้ำหนักนักเรียนห้องนี้

2) นักเรียนชายที่สูงที่สุด สูงกว่านักเรียนชายที่น้อยที่สุดเท่าใด
175 - 145 = 30 ซม.

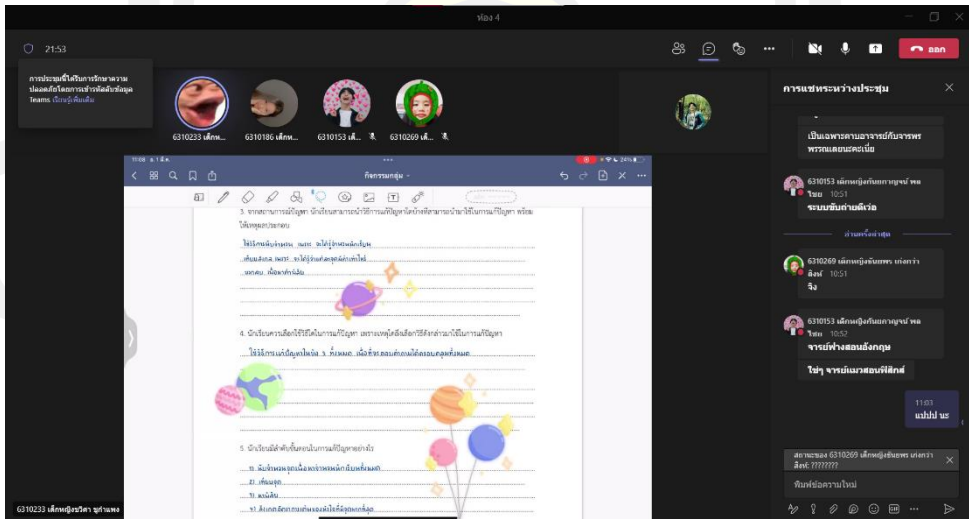
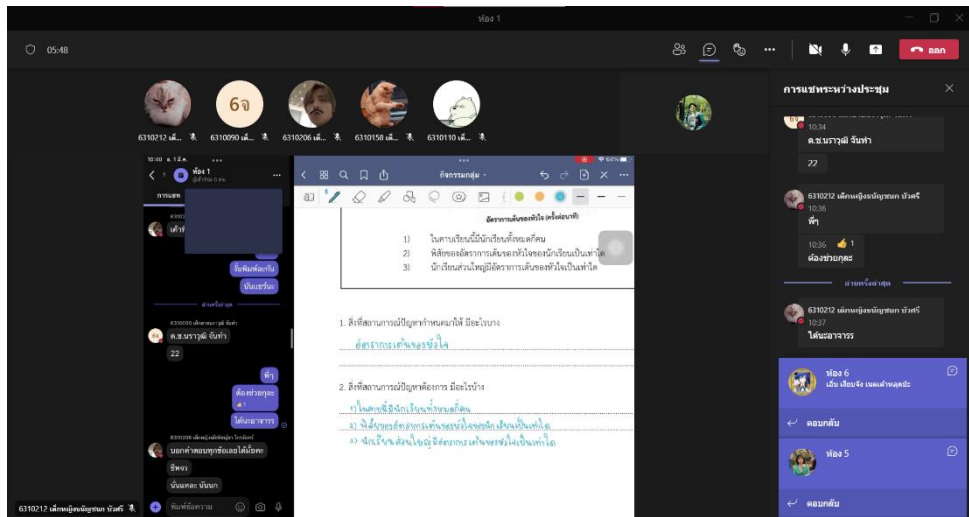
3) นักเรียนส่วนมากสูงเท่าใด
165 (มี. 106 คน)

4) โรงเรียนต้องการให้นักศึกษามอบของขวัญให้กับ โดยจะคิดเสียจากนักเรียนที่สูงที่สุด 160 เซนติเมตรขึ้นไป นักเรียนห้องนี้มีโอกาสได้รับของขวัญกี่คน
17 คน

2) นักเรียนชายที่สูงที่สุด สูงกว่านักเรียนชายที่น้อยที่สุดเท่าใด
175 - 145 = 30 ซม.

3) นักเรียนส่วนมากสูงเท่าใด
165 และ 156 ซม.

4) โรงเรียนต้องการให้นักศึกษามอบของขวัญให้กับ โดยจะคิดเสียจากนักเรียนที่สูงที่สุด 160 เซนติเมตรขึ้นไป นักเรียนห้องนี้มีโอกาสได้รับของขวัญกี่คน
17 คน



ภาพที่ 4 ตัวอย่างผลการทำใบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ
ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง : จงตอบคำถามแต่ละสถานการณ์ให้ถูกต้อง

1. ณ โรงยิมแห่งหนึ่งจะมีผู้เข้ามาใช้บริการทั้งเพศหญิงและเพศชาย

โดยจะมีเด็กอายุตั้งแต่ 9-10 ขวบ จนถึงผู้ใหญ่อายุ 50 ปีขึ้นไป มาใช้บริการ ซึ่งทางโรงยิมต้องการที่จะสร้างอุปกรณ์ในการออกกำลังกายชนิดหนึ่ง ดังรูป ซึ่งในการสร้างอุปกรณ์นี้ ทางโรงยิมต้องคำนึงถึงความสูงที่เหมาะสม และการรองรับน้ำหนักของผู้ที่มาใช้บริการ ดังนั้นทางโรงยิมต้องการทราบว่า ต้องออกแบบอุปกรณ์ออกกำลังกายนี้ให้มีความสูงในระดับเท่าไรถึงจะพอดีสำหรับผู้มาใช้บริการ และสามารถรองรับน้ำหนักของผู้ใช้ได้มากที่สุดเท่าไร โดยทางโรงยิมได้ทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูง ของผู้ที่เข้ามาใช้บริการ ซึ่งข้อมูลของผู้มาใช้บริการมี ดังนี้



ส่วนสูง (เซนติเมตร)

15	5
16	0 2 3 5 9
17	0 2 5 7 8
18	3 7 1 2
19	1

น้ำหนัก (กิโลกรัม)

5	6 9
6	1 3 3 4
7	4 5 9 7
8	0 5 6
9	0 1 7

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

.....

.....

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนควรเลือกใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใดถึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไง

.....

.....

.....

.....

.....

6. คำตอบของ สถานการณ์ปัญหานี้มีอะไรบ้าง

.....

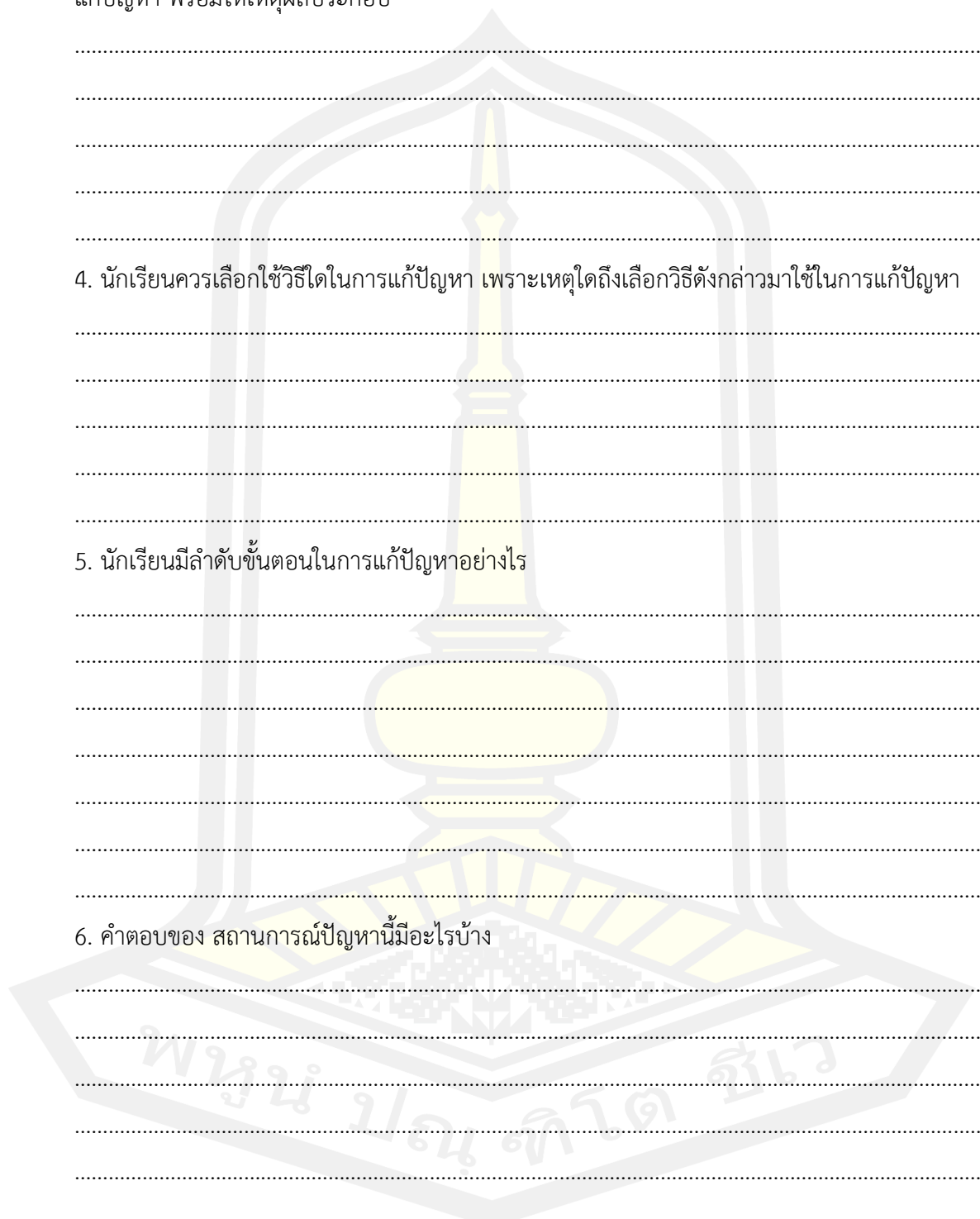
.....

.....

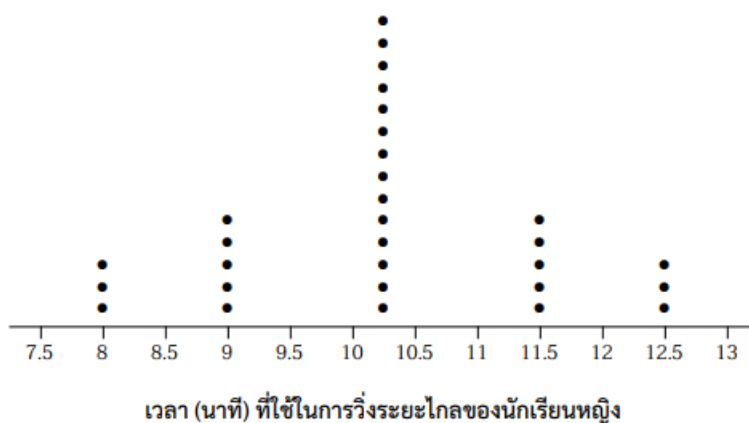
.....

.....

.....



2. การวิ่งระยะไกล (distance run) เป็นหนึ่งในการทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับเด็กไทยอายุ 7 – 18 ปี เพื่อวัดความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยใช้ระยะทาง 1,600 เมตร ในการทดสอบเด็กอายุ 13-18 ปี จากการทดสอบการวิ่งระยะไกลของนักเรียนหญิงซึ่งมีอายุ 14 ปี ได้ผล ดังแผนภาพจุดต่อไปนี้



เกณฑ์มาตรฐานในการประเมินสมรรถภาพทางกายด้วยการวิ่งระยะไกล (นาที) เป็นดังนี้

อายุ	หญิง				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำมาก
14 ปี	8:41 ลงมา	8:42 – 11:35	11:36-14:27	14:28-17:14	17:15 ขึ้นไป

ซึ่งจากการทดสอบอยากทราบว่า นักเรียนหญิงส่วนมากใช้เวลาเท่าไรในการวิ่ง 1,600 เมตร และมีทั้งหมดกี่คน และเวลาเฉลี่ยที่ใช้จากการทดสอบของนักเรียนหญิงทั้งหมดเป็นเวลาเท่าใด

1. สิ่งที่คุณสังเกตเห็นปัญหากำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

.....

.....

2. สิ่งที่คุณสังเกตเห็นปัญหาต้องการ มีอะไรบ้าง

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนควรเลือกใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เพราะเหตุใดถึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



6. คำตอบของ สถานการณ์ปัญหานี้มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

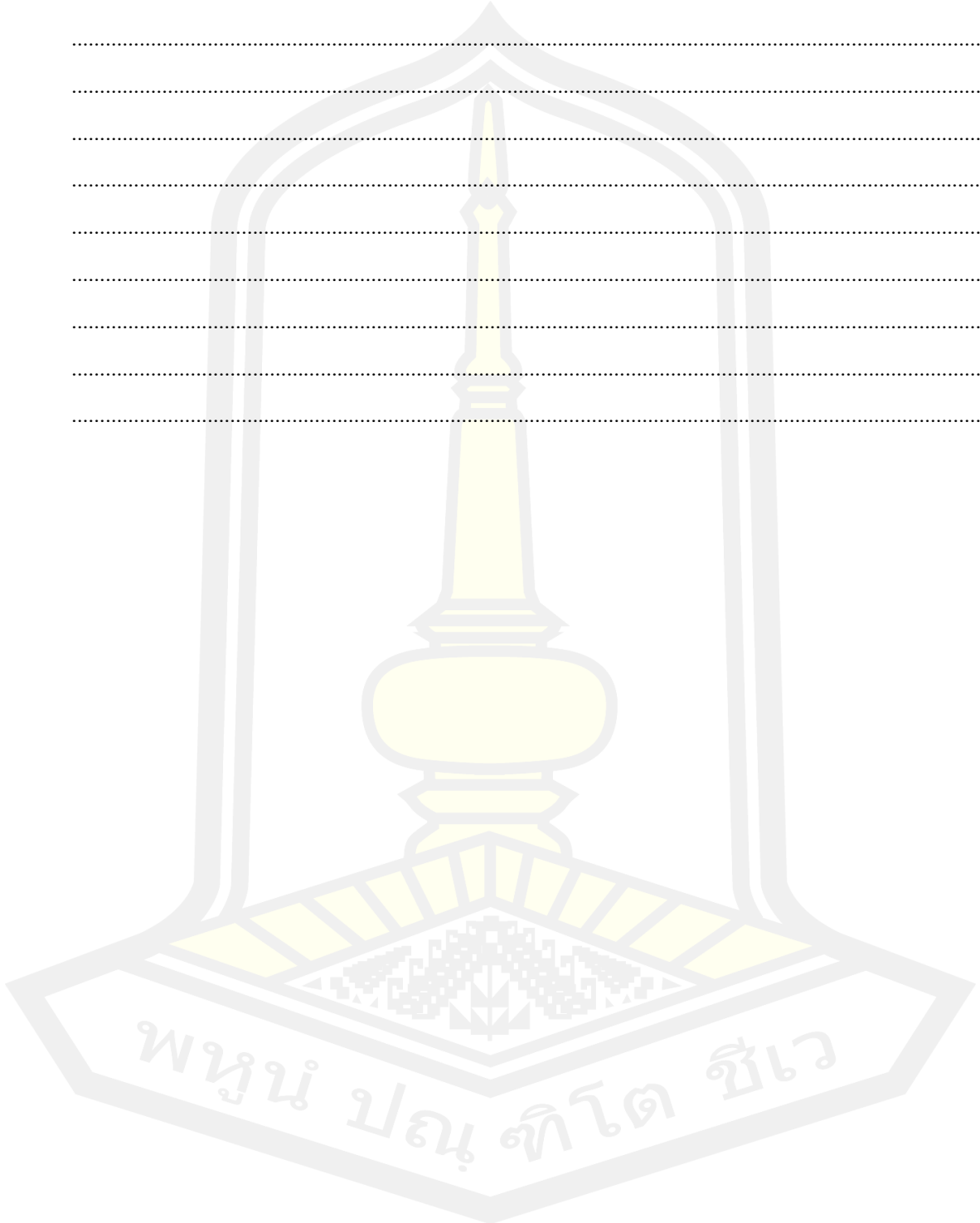
.....

.....

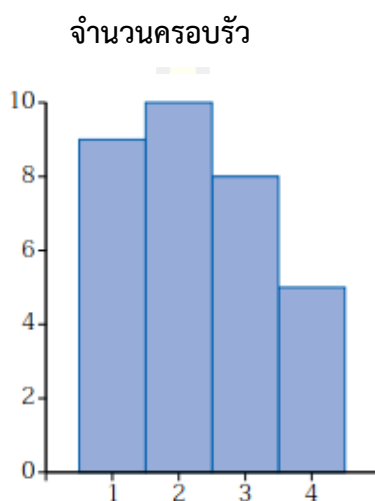
.....

.....

.....



3. จากสถานการณ์ปัญหาโรคระบาดโควิด-19 ที่ได้แพร่ระบาดไปทั่วประเทศ ซึ่งไปมีแหล่งข่าวแจ้งมาว่า มีหมู่บ้านแห่งหนึ่งที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลความเจริญ ยังไม่ได้รับการฉีดวัคซีนที่ไว้ป้องกันการแพร่ระบาดแม้แต่คนเดียว ดังนั้นทางโรงพยาบาลที่อยู่ใกล้ได้จัดเตรียมหาวัคซีนมาให้กับคนในพื้นที่ ซึ่งทางโรงพยาบาลต้องการทราบว่าต้องจัดเตรียมจำนวนกี่โดสถึงจะเพียงพอสำหรับคนที่ยังไม่ได้ฉีด โดย 1 โดส สามารถฉีดได้ 3 คน ดังนั้นแหล่งข่าวได้แจ้งข้อมูลจำนวนคน ครอบครัวยุคนึงในพื้นที่นั้นมาเป็น ฮิสโทแกรม ดังนี้



จำนวนคนในครอบครัว

1. สิ่งที่คุณต้องการแก้ปัญหาที่กำหนดมาให้ มีอะไรบ้าง

.....

.....

2. สิ่งที่คุณต้องการแก้ปัญหาคืออะไร มีอะไรบ้าง

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ

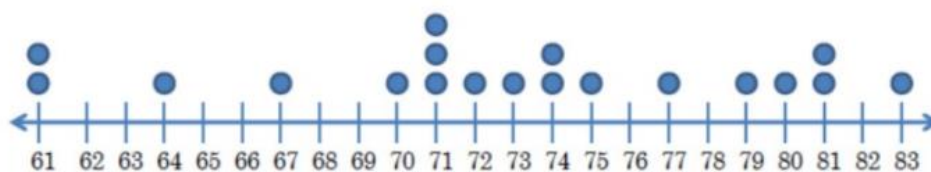
องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	3	2	1
การแยกส่วนประกอบ	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วน	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์ได้ไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน
การแยกย่อยปัญหา	นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้ได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วน	นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดมาให้ได้ไม่ถูกต้อง และไม่ครบถ้วนโดยนักเรียน อาจจะระบุมาเพียง ข้อมูลอย่างใดอย่าง
การคิดเชิงนามธรรม	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุแนวทางหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้องและไม่ครบถ้วน
การหารูปแบบ	นักเรียนสามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาค่ากลางได้มากกว่า 1 วิธี และถูกต้องมีเป็นไปได้	นักเรียนสามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาค่ากลางได้ 1 วิธี และถูกต้องมีเป็นไปได้	นักเรียนไม่สามารถเขียนสูตรหรือวิธีการหาค่ากลางได้
การออกแบบขั้นตอนวิธี	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจนและครบถ้วน	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ

- ก. ศาสนา
- ข. อายุ
- ค. น้ำหนัก
- ง. ส่วนสูง

2. แผนภาพจุดแสดงคะแนนสอบรายวิชาคณิตศาสตร์คะแนนเต็ม 100 คะแนน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 19 คน ดังนี้



จาก แผนภาพจุด อยากทราบว่า มีนักเรียนทั้งหมดกี่คน ที่ได้คะแนนอยู่ในช่วง 71-80

คะแนน

- ก. 13 คน
- ข. 12 คน
- ค. 11 คน
- ง. 10 คน

3. จากแผนภาพจุด ในข้อที่ 2 อยากทราบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนมากที่สุดมีคะแนนมากกว่านักเรียนที่ได้คะแนนน้อยที่สุดเท่าไร

- ก. 21
- ข. 22
- ค. 23
- ง. 24

4. แผนภาพต้น-ใบแสดงคะแนนการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน จำนวน 50 คน ดังนี้

ต้น	ใบ
3	8 9
4	2 3 3 5 7 8 9
5	0 2 2 3 4 5 6 8 9
6	0 1 2 3 4 5 5 6 7 7 8 8 9 9
7	0 0 0 3 4 4 5 5 6 7 8 9 9
8	0 1 2 3 4

จากแผนภาพต้น-ใบ อยากทราบว่า มีนักเรียนที่ได้คะแนน อยู่ในช่วง 40 – 49 คะแนนและอยู่ในช่วง 50 - 59 คะแนน รวมทั้งหมดกี่คน

- ก. 15 คน
- ข. 16 คน
- ค. 17 คน
- ง. 18 คน

5. แผนภาพต้น-ใบแสดงความสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และความสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ดังนี้

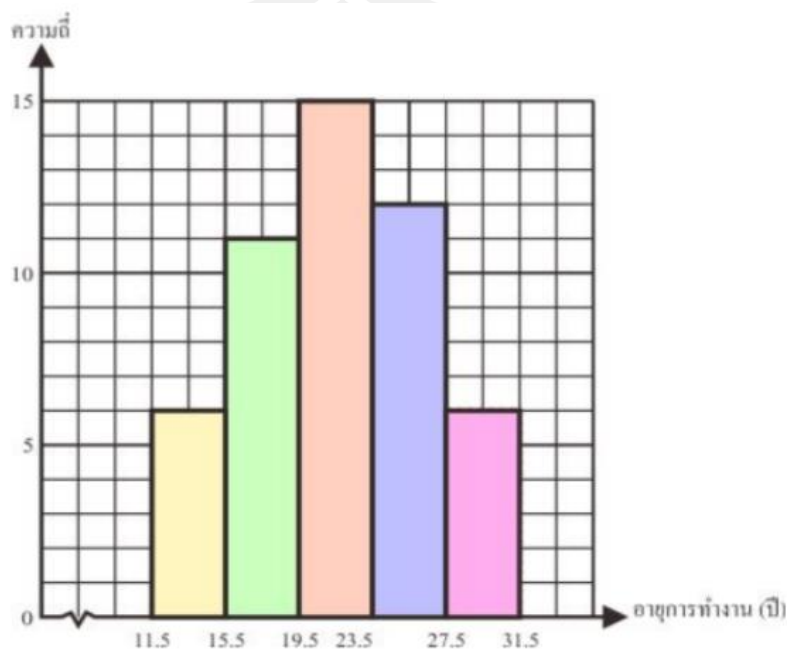
ใบ (ความสูงของนักเรียน ม.2/1)	ต้น	ใบ (ความสูงของนักเรียน ม.2/2)
	13	1 4 6 6 9
4 8	14	0 3 4 5 5 7 9
4 5 6 7 7	15	0 7 8
0 0 1 2 3 3 5 9	16	0 0 1 3 6
2 2 5 6	17	
	18	
0	19	

จากแผนภาพต้น-ใบ อยากทราบว่า นักเรียนที่มีความสูงมากที่สุดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 สูงกว่า นักเรียนที่มีความสูงน้อยที่สุดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 เท่าไร

- ก. 59
- ข. 49
- ค. 39
- ง. 29

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6 - 8

ฮิสโทแกรมแสดงอายุการทำงานของพนักงานบริษัทหนึ่ง จำนวน 50 คน ดังนี้



6. จากฮิสโทแกรมข้างต้น พนักงานคนหนึ่ง มีอายุการทำงานในช่วงใดมากที่สุด
- 11.5 - 15.5 ปี
 - 15.5 - 19.5 ปี
 - 19.5 - 23.5 ปี
 - 23.5 - 27.5 ปี
7. จากฮิสโทแกรมข้างต้น พนักงานที่มีอายุงานอยู่ในช่วง 15.5 - 19.5 ปี มีทั้งหมดกี่คน
- 10 คน
 - 11 คน
 - 12 คน
 - 13 คน
8. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต หมายถึงอะไร
- จำนวนที่ได้จากการหารผลบวกของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูล
 - ค่าที่มีตำแหน่งอยู่กึ่งกลางของข้อมูลทั้งหมด เมื่อเรียงข้อมูลจากน้อยไปมากหรือจากมากไปน้อย
 - ข้อมูลที่มีความถี่สูงสุดในข้อมูลชุดๆหนึ่ง
 - ถูกทุกข้อ

9. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล 72, 86, 90, 65, 72, 68 มีค่าเท่าใด

- ก. 453
- ข. 226.5
- ค. 75.5
- ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

10. จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

ข้อมูลชุดที่ 1 : 11, 12, 10, a

ข้อมูลชุดที่ 2 : 5, b, 8, 6, 2

ซึ่งข้อมูลชุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 40 และ ข้อมูลชุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ

25 จงหาว่า $a + b$ มีค่าเท่าใด

- ก. 11
- ข. 21
- ค. 13
- ง. 23

11. ในการสอบเข้าชั้น ม.1 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง นักเรียนจะต้องสอบ 5 วิชา โดยแต่ละวิชามีคะแนนเต็ม 60 คะแนน ทางโรงเรียนจะถือว่าสอบเข้าได้ถ้าสอบได้คะแนนรวมเกิน 60% ถ้าเขาสอบ 4 วิชาแรกได้คะแนน 25, 40, 30 และ 35 คะแนน เขาจะต้องสอบวิชาสุดท้ายให้ได้คะแนนเท่าใดจึงสอบได้

- ก. 36
- ข. มากกว่า 36
- ค. มากกว่า 46 ง. มากกว่า 50

12. ฟาร์มหมูแห่งหนึ่งมีลูกหมูอยู่ 4 ครอบ โดยแต่ละครอบมีจำนวนลูกหมูอยู่ 3, 4, 5 และ 3 ตัว ตามลำดับ น้ำหนักเฉลี่ยของลูกหมูแต่ละครอบเท่ากับ 1.5, 2, 1.5 และ 2.5 กิโลกรัม ตามลำดับ อยากรทราบว่ลูกหมูทั้ง 4 ครอบ มีน้ำหนักเฉลี่ยกี่กิโลกรัม

- ก. 1.5
- ข. 1.75
- ค. 1.83
- ง. 1.88

13. ในการสอบวิชาสถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 ห้อง คือ a, b, และ c ปรากฏค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมเป็น 65 คะแนน นักเรียนห้อง a มีจำนวน 30 คน ห้อง b มีจำนวน 25 คน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนทั้ง 3 ห้อง เป็น 60, 70 และ 66.25 คะแนนตามลำดับ ถ้ามว่านักเรียนห้อง c มีกี่คน

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

14. ข้อมูลต่อไปนี้นี้มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 20

ก. 25, 26, 20, 21, 18

ข. 18, 13, 21, 23, 24, 19

ค. 19, 20, 19, 20, 19, 20

ง. ถูกทุกข้อ

15. มัธยฐานของข้อต่อไปนี้ มีค่าเท่าใด

10, 20, 12, 12, 20, 16, 12, 15, 11, 10, 12, 18, 20

ก. 11

ข. 12

ค. 15

ง. 16

16. จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

A: 3, 5, 6, 7, 2, 2

B: 10, 8, 9, 12, 13, 16

จงหา ผลต่าง ระหว่างค่ามัธยฐานของข้อมูล A กับค่ามัธยฐานของข้อมูล B มีค่าเท่าใด

ก. 15

ข. 7

ค. 16

ง. 8

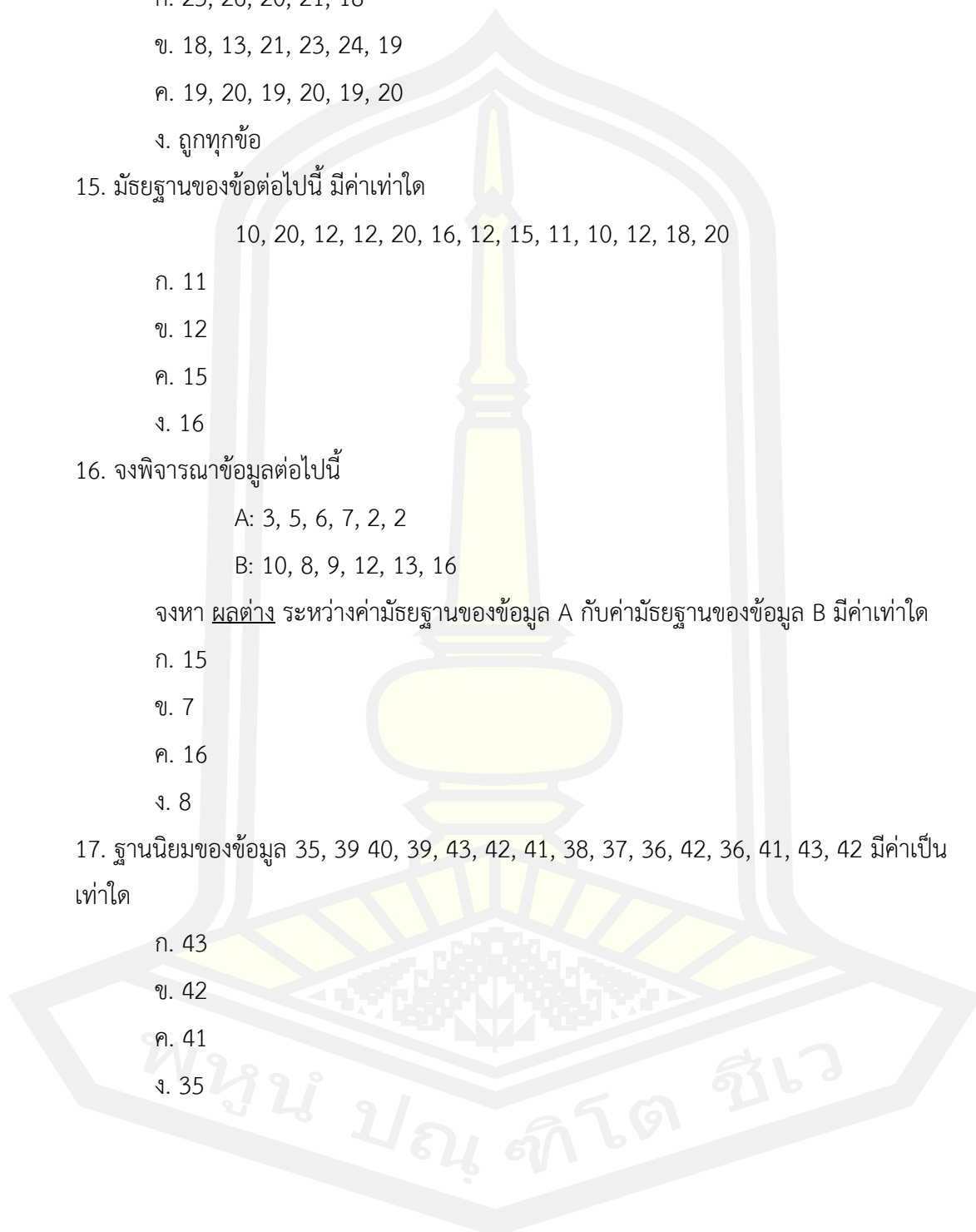
17. ฐานนิยมของข้อมูล 35, 39 40, 39, 43, 42, 41, 38, 37, 36, 42, 36, 41, 43, 42 มีค่าเป็นเท่าใด

ก. 43

ข. 42

ค. 41

ง. 35



18. จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

A: 18, 16, 15, 16, 16

B: 20, 21, 20, 16, 18

C: 41, 40, 42, 40, 43

ข้อมูลใด มีค่ามัธยฐาน มากกว่า ค่าฐานนิยม

ก. ข้อมูล A

ข. ข้อมูล B

ค. ข้อมูล C

ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

19. ข้อมูลชุดหนึ่งเป็นดังนี้ 12, 5, 6, 16, 8, 9, 10, 12, 16, 16 พิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. มัธยฐาน = ฐานนิยม

ข. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต = มัธยฐาน

ค. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต = ฐานนิยม

ง. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต = มัธยฐาน = ฐานนิยม

20. ถ้าส่วนสูงของเด็ก 8 คน วัดเป็นเซนติเมตรได้ดังนี้ 110, 120, 110, 108, 112, 110, 112, 118 แล้วข้อใดถูกต้อง

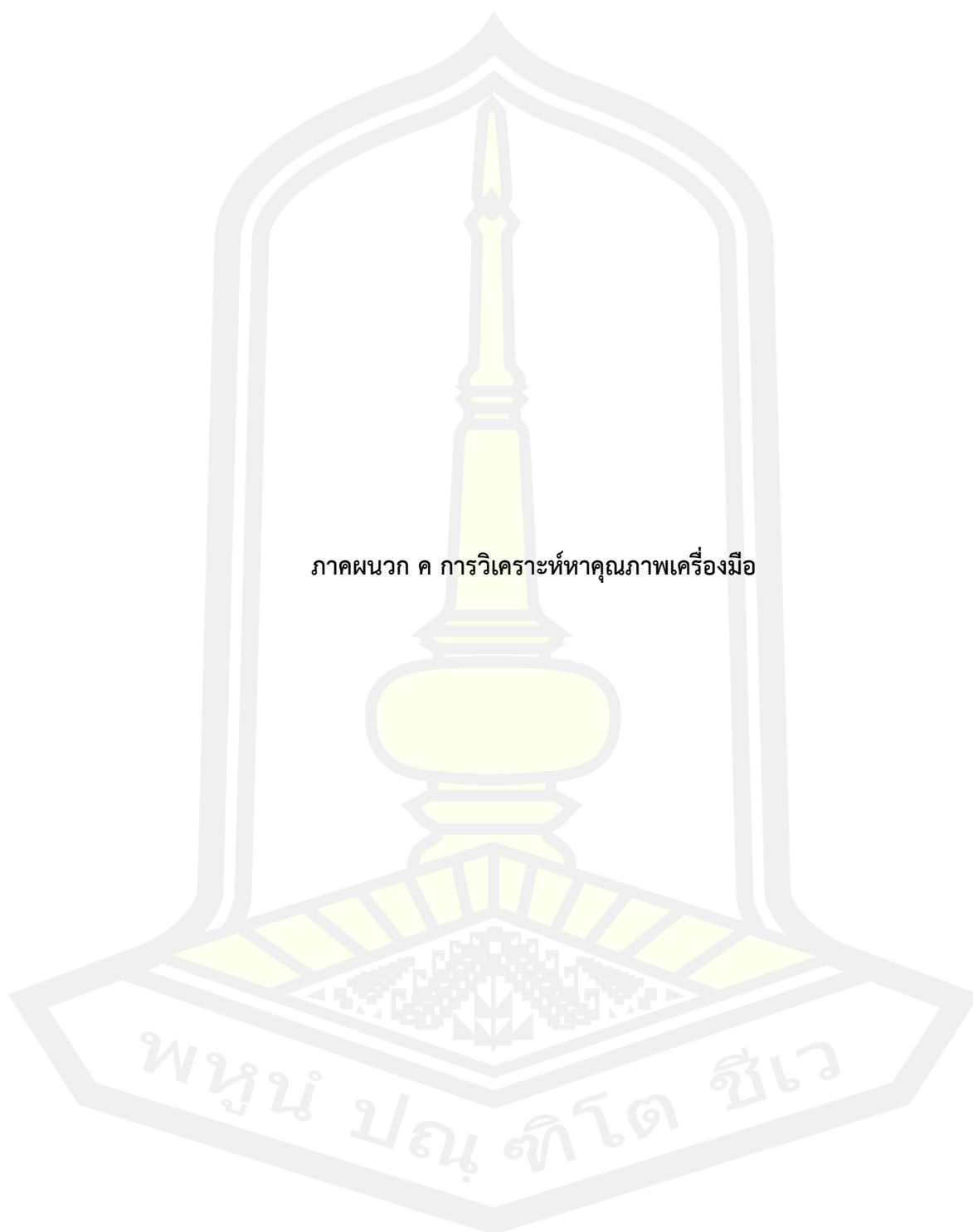
ก. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มีค่ามากกว่ามัธยฐาน

ข. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มีค่าน้อยกว่ามัธยฐาน

ค. ฐานนิยมมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ง. ฐานนิยมมีค่ามากกว่ามัธยฐาน

พหุ ประถมศึกษา



ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

ตารางที่ 17 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
		1	2	3		
1. สาระสำคัญ						
1.1	สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	5	5	14	4.67
1.2	สาระสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	5	5	15	5
1.3	สาระสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	5	5	5	15	5
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	14	4.67
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4	5	4	13	4.33
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	5	4	14	4.67
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	3	5	13	4.33
3.3	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 1 ชั้น ทบทวนความรู้	5	5	4	14	4.67
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2 ชั้น สอนเนื้อหาใหม่	5	5	5	15	5
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ชั้น สรุป	4	5	5	14	4.67
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 ชั้น ฝึกทักษะ	4	5	5	14	4.67
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 ชั้น	5	5	5	15	5

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ยความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	นำความรู้ไปใช้					
3.8	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 6 ชั้น ประเมินผล	4	4	5	13	4.33
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	5	5	14	4.67
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับชั้น ของผู้เรียน	5	5	5	15	5
5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	14	4.67
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	4	5	4	13	4.33
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	5	5	15	5
เฉลี่ยรวม		4.61	4.78	4.72	14.11	4.70
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด

ตารางที่ 18 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. สาระสำคัญ						
1.1	สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	4	13	4.33
1.2	สาระสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	5	5	14	4.67
1.3	สาระสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	5	5	14	4.67
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	4	14	4.67
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	5	3	13	4.33
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	4	5	14	4.67
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	4	5	5	14	4.67
3.3	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 1 ชั้น ทบทวนความรู้	5	5	5	15	5
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2 ชั้น สอนเนื้อหาใหม่	5	5	4	14	4.67
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ชั้น สรุปรูป	4	4	5	13	4.33
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 ชั้น ฝึกทักษะ	4	5	5	14	4.67
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 ชั้น	5	4	5	14	4.67

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	นำความรู้ไปใช้					
3.8	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 6 ชั้น ประเมินผล	4	4	5	13	4.67
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	4	5	13	4.33
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับชั้น ของผู้เรียน	4	5	5	14	4.67
5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	15	5
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	5	5	4	14	4.67
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	4	4	13	4.33
เฉลี่ยรวม		4.56	4.61	4.61	13.78	4.59
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด



ตารางที่ 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. สาระสำคัญ						
1.1	สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	4	13	4.33
1.2	สาระสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	5	5	14	4.67
1.3	สาระสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	5	4	5	14	4.67
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	5	4	14	4.67
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	4	4	5	13	4.33
3.3	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 1 ชั้น ทบทวนความรู้	4	5	5	14	4.67
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2 ชั้น สอนเนื้อหาใหม่	5	5	3	13	4.33
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ชั้น สรุปรูป	5	4	5	14	4.67
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 ชั้น ฝึกทักษะ	5	5	5	15	5
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 ชั้น	4	4	5	13	4.33

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	นำความรู้ไปใช้					
3.8	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 6 ชั้น ประเมินผล	5	4	5	14	4.67
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	5	5	14	4.67
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับชั้น ของผู้เรียน	5	4	4	13	4.33
5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	14	4.67
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	15	5
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	4	5	14	4.67
เฉลี่ยรวม		4.72	4.56	4.67	13.94	4.65
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด



ตารางที่ 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. สารระสำคัญ						
1.1	สารระสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4	14	4.67
1.2	สารระสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	3	5	13	4.33
1.3	สารระสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	5	5	14	4.67
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	14	4.67
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4	5	5	14	4.67
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	15	5
3.3	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 1 ชั้น ทบทวนความรู้	5	5	5	15	5
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2 ชั้น สอนเนื้อหาใหม่	5	5	5	15	5
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ชั้น สรุปรูป	5	4	5	14	4.67
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 ชั้น ฝึกทักษะ	5	4	4	13	4.33
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 ชั้น	5	5	4	14	4.67

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	นำความรู้ไปใช้					
3.8	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 6 ชั้น ประเมินผล	5	4	5	14	4.33
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	5	5	5	15	5
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับชั้น ของผู้เรียน	4	5	5	14	4.67
5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	13	4.33
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	5	5	5	15	5
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	4	5	14	4.67
เฉลี่ยรวม		4.83	4.56	4.78	14.17	4.72
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด

ตารางที่ 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. สารระสำคัญ						
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	15	5
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	4	5	14	4.67
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	5	5	5	15	5
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	4	14	4.67
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	5	5	15	5
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	3	5	5	13	4.33
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	5	4	14	4.67
3.3	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 1 ชั้น ทบทวนความรู้	5	5	5	15	5
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2 ชั้น สอนเนื้อหาใหม่	5	4	5	14	4.67
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ชั้น สรุปรูป	4	4	5	13	4.33
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 ชั้น ฝึกทักษะ	4	5	5	14	4.67
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 ชั้น	5	5	5	15	5

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	นำความรู้ไปใช้					
3.8	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 6 ชั้น ประเมินผล	5	5	5	15	5
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	5	5	4	14	4.67
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับชั้น ของผู้เรียน	5	5	4	14	4.67
5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	14	4.67
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	4	5	5	14	4.67
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	3	5	13	4.33
เฉลี่ยรวม		4.67	4.72	4.78	14.17	4.72
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด



ตารางที่ 22 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. สารสำคัญ						
1.1	สารสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	15	5
1.2	สารสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	4	4	5	13	4.33
1.3	สารสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	4	5	5	14	4.67
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	4	13	4.33
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	14	4.67
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	5	4	14	4.67
3.3	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 1 ชั้น ทบทวนความรู้	5	4	5	14	4.67
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2 ชั้น สอนเนื้อหาใหม่	5	5	4	14	4.67
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ชั้น สรุปรูป	5	5	4	14	4.67
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 ชั้น ฝึกทักษะ	5	5	5	15	5
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 ชั้น	3	5	5	13	4.33

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	นำความรู้ไปใช้					
3.8	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 6 ชั้น ประเมินผล	5	4	5	14	4.67
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	5	4	5	14	4.67
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับชั้น ของผู้เรียน	5	5	5	15	5
5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	13	4.33
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	13	4.33
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัด สามารถวัดได้จริง	5	4	5	14	4.67
เฉลี่ยรวม		4.67	4.56	4.72	13.94	4.65
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด



ตารางที่ 23 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. สาระสำคัญ						
1.1	สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4	14	4.67
1.2	สาระสำคัญมีความชัดเจนในเนื้อหา	5	5	5	15	5
1.3	สาระสำคัญมีความกระชับเข้าใจง่าย	5	5	5	15	5
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
2.1	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	4	5	14	4.67
2.2	จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุความสามารถที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	5	5	15	5
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้						
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ	4	5	5	14	4.67
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และระดับชั้นของนักเรียน	5	5	5	15	5
3.3	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 1 ชั้น ทบทวนความรู้	5	5	5	15	5
3.4	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 2 ชั้น สอนเนื้อหาใหม่	5	4	4	13	4.33
3.5	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 3 ชั้น สรุป	5	5	5	15	5
3.6	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 4 ชั้น ฝึกทักษะ	4	4	5	13	4.33
3.7	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 5 ชั้น	4	5	5	14	4.67

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	ค่าเฉลี่ย ความ เหมาะสม
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	นำความรู้ไปใช้					
3.8	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นที่ 6 ชั้น ประเมินผล	5	5	5	15	5
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
4.1	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหา สาระ	4	5	4	13	4.33
4.2	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ เหมาะสมกับระดับชั้น ของผู้เรียน	5	5	5	15	5
5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
5.1	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดตรงกับ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	15	5
5.2	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้เครื่องมือ วัดผลได้เหมาะสม	5	5	4	14	4.67
5.3	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบบวัด สามารถวัดได้จริง	4	5	5	14	4.67
เฉลี่ยรวม		4.72	4.83	4.78	14.33	4.78
ระดับความเหมาะสม						มากที่สุด



ตารางที่ 24 แสดงสรุปผลการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยแยกเป็นรายด้าน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ	4.72	0.08	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.69	0.03	มากที่สุด
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4.69	0.07	มากที่สุด
4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้	4.69	0.10	มากที่สุด
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.65	0.03	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.69	0.06	มากที่สุด



ตารางที่ 25 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

สถานการณ์ ที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			คะแนน รวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	สรุปผล การประเมิน
		1	2	3			
1.	การแยกย่อย ปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การคิดเชิง นามธรรม	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การหารูปแบบ	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.	การแยกย่อย ปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การคิดเชิง นามธรรม	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การหารูปแบบ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
3.	การแยกย่อย ปัญหา	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
	การคิดเชิง นามธรรม	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การหารูปแบบ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง

ตารางที่ 26 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

เกณฑ์ ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	ระดับความ เหมาะสม
		1	2	3			
1.	การแยกย่อย ปัญหา (1)	4	5	4	13	4.33	มาก
	การแยกย่อย ปัญหา (2)	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
	การคิดเชิง นามธรรม	5	5	4	14	4.67	มากที่สุด
	การหา รูปแบบ	4	4	5	13	4.33	มาก
	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
2.	การแยกย่อย ปัญหา (1)	4	5	4	13	4.33	มาก
	การแยกย่อย ปัญหา (2)	4	4	4	12	4.00	มาก
	การคิดเชิง นามธรรม	4	5	4	13	4.33	มาก
	การหา รูปแบบ	4	4	5	13	4.33	มาก
	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี	4	4	5	13	4.33	มาก
3.	การแยกย่อย	5	5	4	14	4.67	มากที่สุด

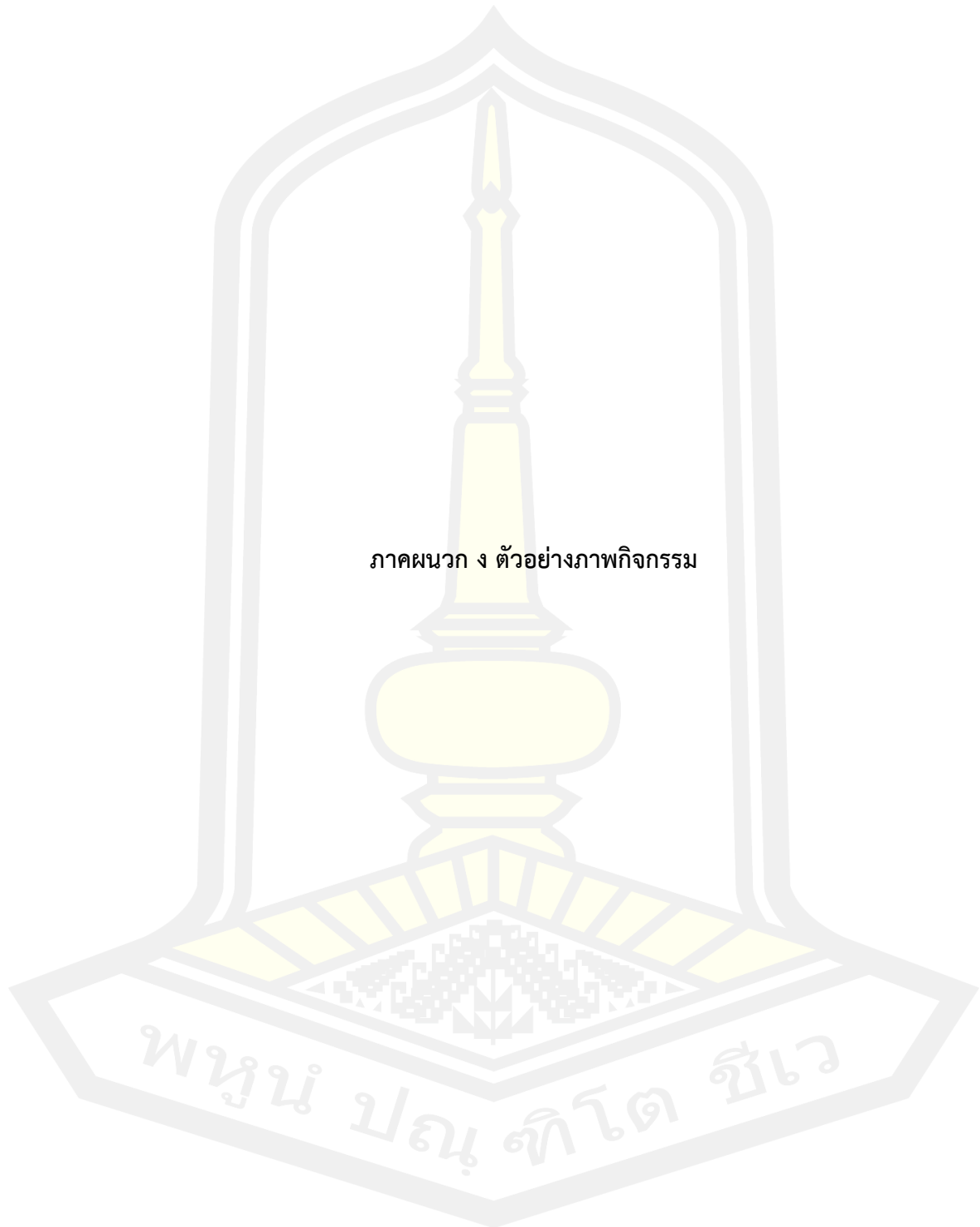
เกณฑ์ ข้อที่	องค์ประกอบ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	ระดับความ เหมาะสม
		1	2	3			
	ปัญหา (1)						
	การแยกย่อย ปัญหา (2)	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
	การคิดเชิง นามธรรม	4	4	5	13	4.33	มาก
	การหา รูปแบบ	5	4	4	13	4.33	มาก
	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี	4	4	4	12	4.00	มาก
	เฉลี่ยรวม	4.33	4.4	4.47	13.2	4.4	มาก

ตารางที่ 27 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	สรุปผล การประเมิน
	1	2	3			
1.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4.	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
5.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
7.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
8.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
9.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
10.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
11.	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
12.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
13.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวมคะแนน	ค่าดัชนี ความสอดคล้อง	สรุปผล การประเมิน
	1	2	3			
14.	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
15.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
16.	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
17.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
18.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
19.	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
20.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
21.	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
22.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
23.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
24.	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
25.	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง





ภาคผนวก ง ตัวอย่างภาพกิจกรรม

This screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide with the following text:

ใบกิจกรรมกลุ่ม ผู้ที่..... มีใจ.....

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

ใบงานใบที่ ๖ (วิชาคณิตศาสตร์) ครูผู้ฝึกสอนใช้ใบกิจกรรมกลุ่ม เพื่อศึกษารายการบนของตัวใจของตัวเองก่อน นำมาฝึกสังเกตกลุ่มต่อไป

ศึกษาการเคลื่อนที่ของ (คือเล่นนาฬิกา)

- 1) ใบงานใบนี้ใช้ฝึกสังเกตตัวเอง
- 2) สังเกตชื่อรายการบนของตัวใจของตัวเองเป็นอันดับไป
- 3) นักเขียนส่วนใหญ่อธิบายรายการบนของตัวใจเป็นอันดับไป

การแชทระหว่างประชุม

ใครจะเขียนอย่างไร...

6310170 เด็กหญิงอรุณกานต์ นามานแสน 10:29
เด็กก็ได้มา

หรือมีใครอยากเขียนเมื่อ
พอดี.....

6310178 เด็กหญิงไกรศรี สละระ 10:30
ของเราก็ในงานใบงาน

ห้อง 2
ค.ศ.จุฬาราชมนตรี สุพรรณพิณ เลขที่ 15

ตอบกลับ

ห้อง 8
เพื่อนใบกิจกรรมกลุ่มก็ทำ

ตอบกลับ

ห้อง 5
ค.ศ.สิงห์จางค์ เติมจิตตา เลขที่ 39

ตอบกลับ

This screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide with the following text:

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

ชื่อ - นามสกุล..... เลขที่.....

ใบงานใบที่ ๖ (วิชาคณิตศาสตร์) ครูผู้ฝึกสอนใช้ใบกิจกรรมกลุ่ม เพื่อศึกษารายการบนของตัวใจของตัวเองก่อน นำมาฝึกสังเกตกลุ่มต่อไป

ศึกษาการเคลื่อนที่ของ (คือเล่นนาฬิกา)

- 1) ใบงานใบนี้ใช้ฝึกสังเกตตัวเอง
- 2) สังเกตชื่อรายการบนของตัวใจของตัวเองเป็นอันดับไป
- 3) นักเขียนส่วนใหญ่อธิบายรายการบนของตัวใจเป็นอันดับไป

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ มีอะไรบ้าง

การแชทระหว่างประชุม

ใครจะเขียนอย่างไร...

6310170 เด็กหญิงอรุณกานต์ นามานแสน 10:29
เด็กก็ได้มา

หรือมีใครอยากเขียนเมื่อ
พอดี.....

6310178 เด็กหญิงไกรศรี สละระ 10:30
ของเราก็ในงานใบงาน

6310255 เด็กหญิงจุฬารัตน์ สุขใจ (พี่) 10:30
มีใบงานแล้วครับ

ห้อง 8
กมลพิชญ์

ตอบกลับ

ห้อง 8
เจ้า เลขที่ 5

ตอบกลับ

This screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation slide with the following text:

ศึกษาการเคลื่อนที่ของ (คือเล่นนาฬิกา)

- 1) ใบงานใบนี้ใช้ฝึกสังเกตตัวเอง
- 2) สังเกตชื่อรายการบนของตัวใจของตัวเองเป็นอันดับไป
- 3) นักเขียนส่วนใหญ่อธิบายรายการบนของตัวใจเป็นอันดับไป

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ มีอะไรบ้าง

ชื่อรายการบนของตัวใจ

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต่อจาก มีอะไรบ้าง

- ๑) ในคนที่สังเกตตัวเอง
- ๒) สิ่งที่ผู้สังเกตการณ์เห็นหรือสิ่งที่ผู้สังเกตสังเกตเห็น
- ๓) สิ่งที่ผู้สังเกตการณ์เห็นหรือสิ่งที่ผู้สังเกตสังเกตเห็น

๓) นักเขียนส่วนใหญ่อธิบายรายการบนของตัวใจเป็นอันดับไป

การแชทระหว่างประชุม

ค.ศ.นราวุฒิจีนท่า 10:34
22

6310212 เด็กหญิงณัฐชยา นันท์วี 10:36
ทำ

10:36 👍
ต้องช่วยกัน

6310212 เด็กหญิงณัฐชยา นันท์วี 10:37
ได้ขออาจารย์

ห้อง 6
เน๊อ เจมมิตติ แสงฟ้าทอง

ตอบกลับ

ห้อง 5

ตอบกลับ

05:48

6310212 เด็กหญิงณัฐชยา นันท์วี

10:40 10:40

ห้อง 1

6310212 เด็กหญิงณัฐชยา นันท์วี

ค.ศ.นราวุฒิจีนท่า

22

ค.ศ.ชวกรุณ ๕:๓

ได้ขออาจารย์

6310208 เด็กหญิงณัฐชยา นันท์วี

นันทชยา นันทชา

พิมพ์ข้อความ

06:12

การประชุมนี้ได้รับการรักษาความปลอดภัยโดยการเข้ารหัสด้วย Teams (คลิกเพื่อดูข้อมูลเพิ่มเติม)

6จ

6310212... 6310090... 6310206... 6310158... 6310110...

กิจกรรมกลุ่ม

ศึกษาบทนิยามของหัวใจ (หัวใจสาค)

- 1) โคนคาบเรียนมีนักเรียนที่สนใจกี่คน
- 2) ทักษะของชีวิตที่นักเรียนได้เรียนรู้คืออะไร
- 3) นักเรียนส่วนใหญ่ได้ทราบถึงอาการของหัวใจเป็นเท่าใด

1. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ มีอะไรบ้าง

สถานการณ์เกี่ยวกับหัวใจ

2. สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาคืออะไร มีอะไรบ้าง

หัวใจเป็นอวัยวะสำคัญของร่างกายที่มีหน้าที่สูบฉีดเลือด

หัวใจมีขนาดประมาณกำปั้นของคนที่มีอายุ 17-18 ปี

หัวใจมีสีชมพูและหัวใจจะเต้นตลอดเวลา

6310212... 6310212... 6310212...

การแชทระหว่างประชุม

ค.ม.บราวุฒิ จันทา

22

6310212... 6310212... 6310212...

ห้อง 6 โขชะ

ห้อง 8 อธิศพรอุทัย

21:53

การประชุมนี้ได้รับการรักษาความปลอดภัยโดยการเข้ารหัสด้วย Teams (คลิกเพื่อดูข้อมูลเพิ่มเติม)

6310233... 6310186... 6310153... 6310269...

กิจกรรมกลุ่ม

3. จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้หรือไม่

หัวใจของมนุษย์มี 4 ห้อง ได้แก่

- ห้องรับเลือดแดง
- ห้องรับเลือดดำ
- ห้องสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกาย
- ห้องสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ

4. นักเรียนเคยมีอาการเจ็บหน้าอกหรือไม่

หัวใจของมนุษย์มี 4 ห้อง ได้แก่

- ห้องรับเลือดแดง
- ห้องรับเลือดดำ
- ห้องสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกาย
- ห้องสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่างๆ

5. นักเรียนมีคำศัพท์เกี่ยวกับหัวใจอะไรบ้าง

- 1) หัวใจ
- 2) หลอดเลือด
- 3) หัวใจเต้น
- 4) หัวใจหยุดเต้น

6310233... 6310233... 6310233...

การแชทระหว่างประชุม

เป็นเฉพาะตามอาจารย์ที่เคารพพร้อมและจะนิยม

6310153... 6310269... 6310153...

11:03

ส่งไป ๒๕

22:14

การประชุมนี้ได้รับการรักษาความปลอดภัยโดยการเข้ารหัสด้วย Teams (คลิกเพื่อดูข้อมูลเพิ่มเติม)

6310233... 6310186... 6310153... 6310269...

กิจกรรมกลุ่ม

6. คำตอบของ สถานการณ์ปัญหาที่มีอะไรบ้าง

1) มีเด็กวัยประถมทั้งหมด 20 คน

2) 11

3) 11 คน 96 คน / นาที

Apple

Avocado

Apple

Apple

Apple

6310233... 6310233... 6310233...

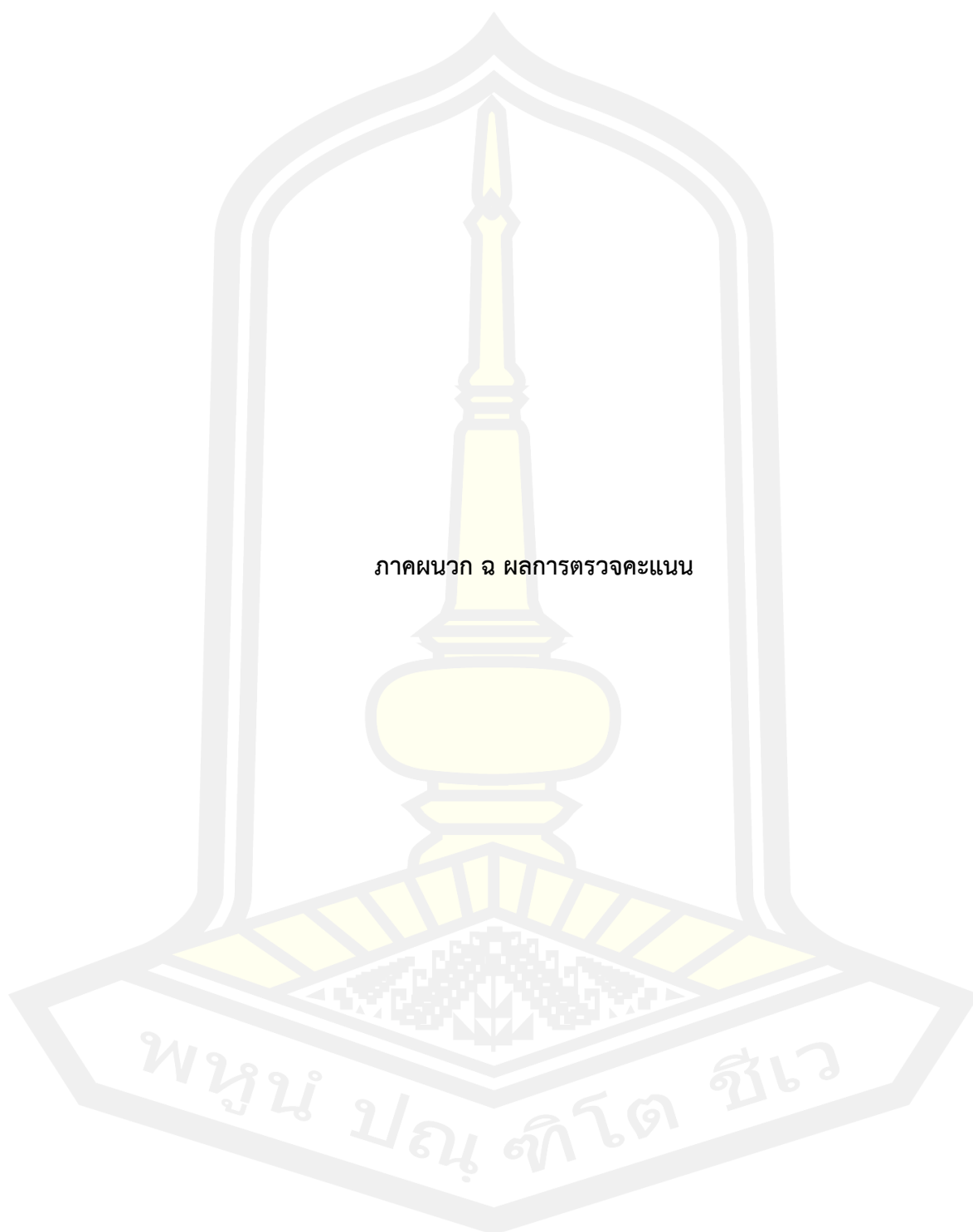
การแชทระหว่างประชุม

เป็นเฉพาะตามอาจารย์ที่เคารพพร้อมและจะนิยม

6310153... 6310269... 6310153...

11:03

ส่งไป ๒๕



ภาคผนวก ฉ ผลการตรวจคะแนน

พหุมนุ ปณฺ ทิโต ชีเว

ผลคะแนนการทดสอบทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง สถิติ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 28 แสดงคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณในแต่ละด้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คนที่	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ									
	การแยกย่อย ปัญหา (1) (เต็ม 9 คะแนน)	การแยกย่อย ปัญหา (2) (เต็ม 9 คะแนน)	การคิดเชิง นามธรรม (เต็ม 9 คะแนน)	การหารูปแบบ (เต็ม 9 คะแนน)	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี (เต็ม 9 คะแนน)	คะแนนแบบวัด ทักษะการคิดเชิง คำนวณ (เต็ม 45 คะแนน)	คะแนนรวม (เต็ม 100 คะแนน)			
1	6.00	5.00	6.00	7.00	7.00	31.00	68.89			
2	5.00	7.00	6.00	7.00	7.00	32.00	71.11			
3	7.00	6.00	8.00	6.00	8.00	35.00	77.78			
4	8.00	7.00	7.00	8.00	6.00	36.00	80.00			
5	7.00	8.00	7.00	8.00	6.00	36.00	80.00			
6	6.00	8.00	7.00	7.00	6.00	34.00	75.56			
7	7.00	7.00	6.00	7.00	6.00	33.00	73.33			
8	8.00	7.00	8.00	7.00	6.00	36.00	80.00			
9	7.00	8.00	7.00	6.00	7.00	35.00	77.78			
10	7.00	7.00	8.00	6.00	6.00	34.00	75.56			
11	7.00	7.00	5.00	6.00	6.00	31.00	68.89			

คนที่	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ								คะแนนรวม (เต็ม 100 คะแนน)
	การแยกย่อย ปัญหา (1) (เต็ม 9 คะแนน)	การแยกย่อย ปัญหา (2) (เต็ม 9 คะแนน)	การคิดเชิงนามธรรม (เต็ม 9 คะแนน)	การหารูปแบบ (เต็ม 9 คะแนน)	การออกแบบขั้นตอนวิธี (เต็ม 9 คะแนน)	คะแนนแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ (เต็ม 45 คะแนน)			
12	7.00	7.00	7.00	7.00	3.00	31.00	68.89		
13	7.00	8.00	7.00	6.00	6.00	34.00	75.56		
14	7.00	8.00	7.00	7.00	6.00	35.00	77.78		
15	8.00	8.00	6.00	7.00	7.00	36.00	80.00		
16	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	32.00	71.11		
17	8.00	8.00	7.00	6.00	7.00	36.00	80.00		
18	8.00	7.00	8.00	7.00	6.00	36.00	80.00		
19	8.00	7.00	6.00	7.00	6.00	34.00	75.56		
20	7.00	8.00	7.00	7.00	6.00	35.00	77.78		
21	7.00	8.00	6.00	6.00	6.00	33.00	73.33		
22	7.00	8.00	6.00	6.00	7.00	34.00	75.56		
23	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	31.00	68.89		
24	7.00	8.00	7.00	6.00	7.00	35.00	77.78		
25	8.00	7.00	6.00	7.00	8.00	36.00	80.00		

คนที่	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ							
	การแยกย่อย ปัญหา (1) (เต็ม 9 คะแนน)	การแยกย่อย ปัญหา (2) (เต็ม 9 คะแนน)	การคิดเชิง นามธรรม (เต็ม 9 คะแนน)	การหารูปแบบ (เต็ม 9 คะแนน)	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี (เต็ม 9 คะแนน)	คะแนนแบบวัด ทักษะการคิดเชิง คำนวณ (เต็ม 45 คะแนน)	คะแนนรวม (เต็ม 100 คะแนน)	
26	7.00	6.00	7.00	6.00	6.00	32.00	71.11	
27	7.00	7.00	7.00	6.00	7.00	34.00	75.56	
28	8.00	7.00	6.00	6.00	6.00	33.00	73.33	
29	8.00	7.00	8.00	7.00	8.00	38.00	84.44	
30	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	33.00	73.33	
31	7.00	8.00	6.00	7.00	6.00	34.00	75.56	
32	7.00	7.00	8.00	7.00	7.00	36.00	80.00	
33	7.00	8.00	7.00	7.00	6.00	35.00	77.78	
34	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	32.00	71.11	
35	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	32.00	71.11	
36	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	30.00	66.67	
37	7.00	6.00	7.00	7.00	6.00	33.00	73.33	
38	7.00	7.00	7.00	7.00	8.00	36.00	80.00	
39	7.00	7.00	6.00	7.00	7.00	34.00	75.56	

คนที่	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ							
	การแยกย่อย ปัญหา (1) (เต็ม 9 คะแนน)	การแยกย่อย ปัญหา (2) (เต็ม 9 คะแนน)	การคิดเชิง นามธรรม (เต็ม 9 คะแนน)	การหารูปแบบ (เต็ม 9 คะแนน)	การออกแบบ ขั้นตอนวิธี (เต็ม 9 คะแนน)	คะแนนแบบวัด ทักษะการคิดเชิง คำนวณ (เต็ม 45 คะแนน)	คะแนนรวม (เต็ม 100 คะแนน)	
40	7.00	7.00	8.00	7.00	6.00	35.00	77.78	
$\sum x$	290	292	275	271	263	1391	3091.111111	
\bar{x}	7.07	7.12	6.71	6.61	6.41	33.93	75.44	
S.D.	0.65	0.75	0.78	0.59	0.87	1.85	4.11	

ผลคะแนนการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สถิติ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 29 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ (20)	คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ (20)
1	15	22	16
2	15	23	16
3	17	24	16
4	16	25	16
5	17	26	15
6	16	27	16
7	15	28	15
8	16	29	18
9	16	30	16
10	15	31	15
11	16	32	15
12	14	33	17
13	17	34	14
14	17	35	15
15	16	36	14
16	15	37	17
17	15	38	18
18	17	39	18
19	16	40	15
20	16	41	16
21	17		
$\sum x$		652	
\bar{x}		15.90	
S.D.		1.04	



ภาคผนวก ช หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว632 วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์

ด้วย นายจิรัฐติกร สีพวย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว 0605.5(2)/ว620

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

24 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สีพาย

ด้วย นายจิรัฐติกร สีพาย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โอมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0617726127



ที่ อว 0605.5(2)/ว620

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

24 กุมภาพันธ์ 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์คณิสันท์ มณีศรี

ด้วย นายจิรัฐติกร สีพาย นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อ นิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0617726127

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายจิรัฐติกร สีพาย
วันเกิด	21 ธันวาคม พ.ศ. 2540
สถานที่เกิด	อ.เมือง จ.นครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	40 ม.3 ต.ในเมือง อ.พิมาย จ.นครราชสีมา
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพิมายวิทยา อ.พิมาย จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2558 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิมายวิทยา อ.พิมาย จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2562 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2565 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-

พูนุ ปณู ทิโต ชีเว