



การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนคิดสตรีคตีวิสต์

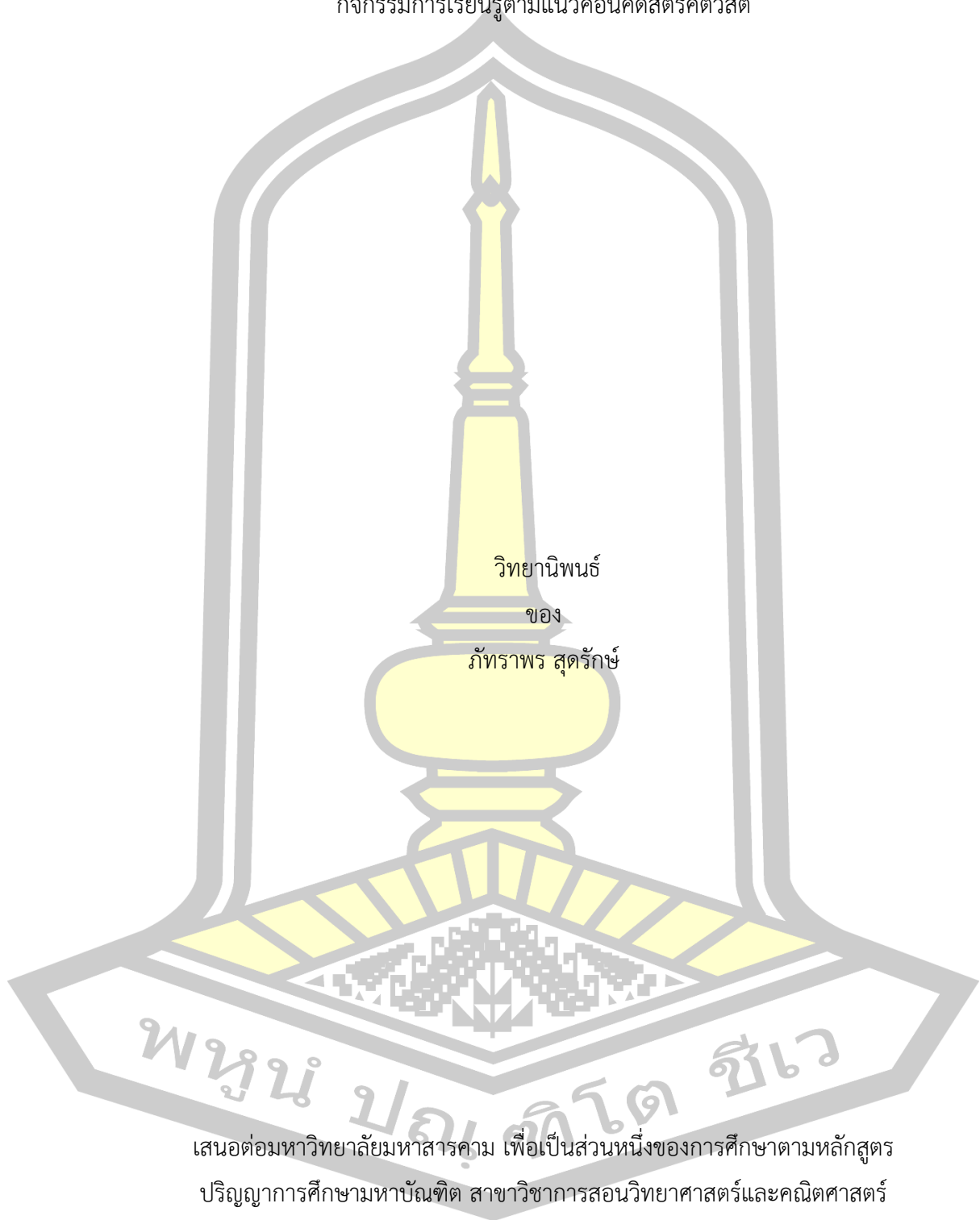
วิทยานิพนธ์
ของ
ภัทรพร สุตรีรักษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สิงหาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนคิดสตรัคติวิสต์

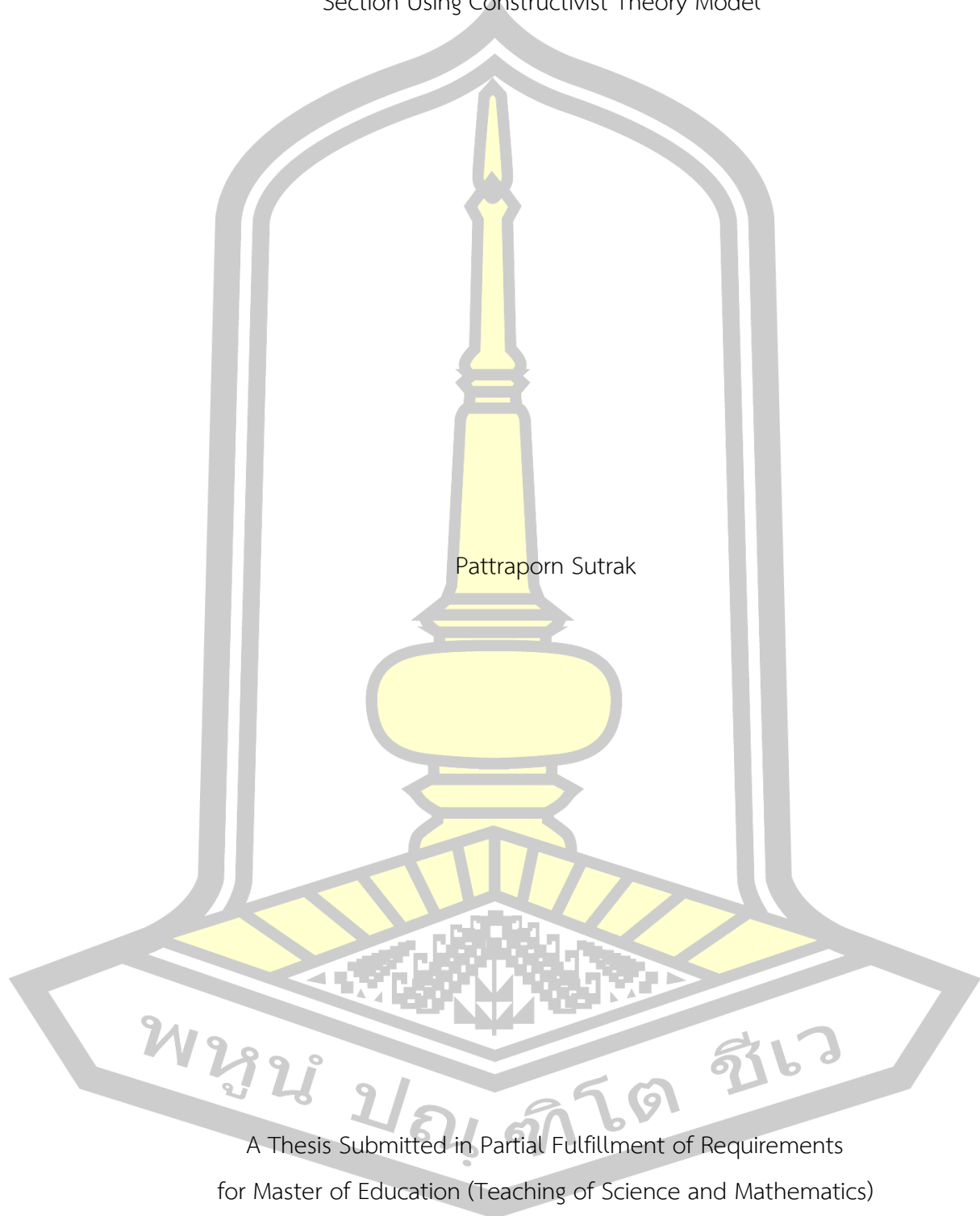


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

สิงหาคม 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Mathematical Literacy for Mathayomsuksa 4 Students in Conic
Section Using Constructivist Theory Model



Pattraporn Suttrak

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

August 2020

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวภัทราพร สุตรักษ์
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. มนตรี วงษ์สะพาน)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. มนตรี ทองมูล)

กรรมการ

(ผศ. ดร. วราพร เอรารวรรณ)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ)

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดศตวรรษที่ 21		
ผู้วิจัย	ภัทราพร สุตรักษ์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2563

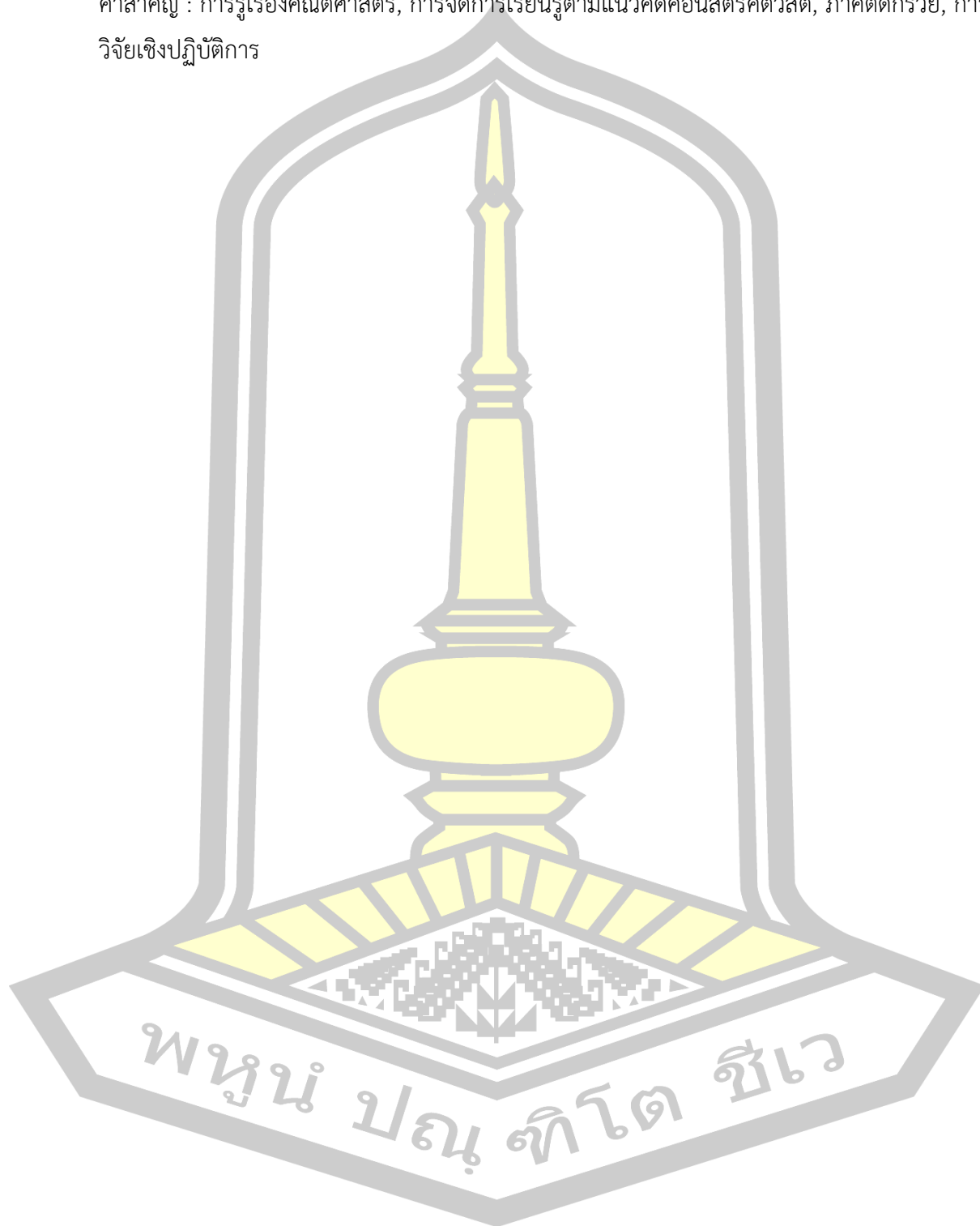
บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 28 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 10 แผน 2) แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ชุด 3) แบบสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 28 คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มทุกคนและเมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ พบว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 16 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 24 คน และการประเมินสิ้นสุดในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม พบว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 28 คน แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม สามารถพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

คำสำคัญ : การรู้เรื่องคณิตศาสตร์, การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์, ภาคตัดกรวย, การวิจัยเชิงปฏิบัติการ



TITLE	The Development of Mathematical Literacy for Mathayomsuksa 4 Students in Conic Section Using Constructivist Theory Model		
AUTHOR	Pattraporn Suttrak		
ADVISORS	Assistant Professor Montri Thongmoon , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2020

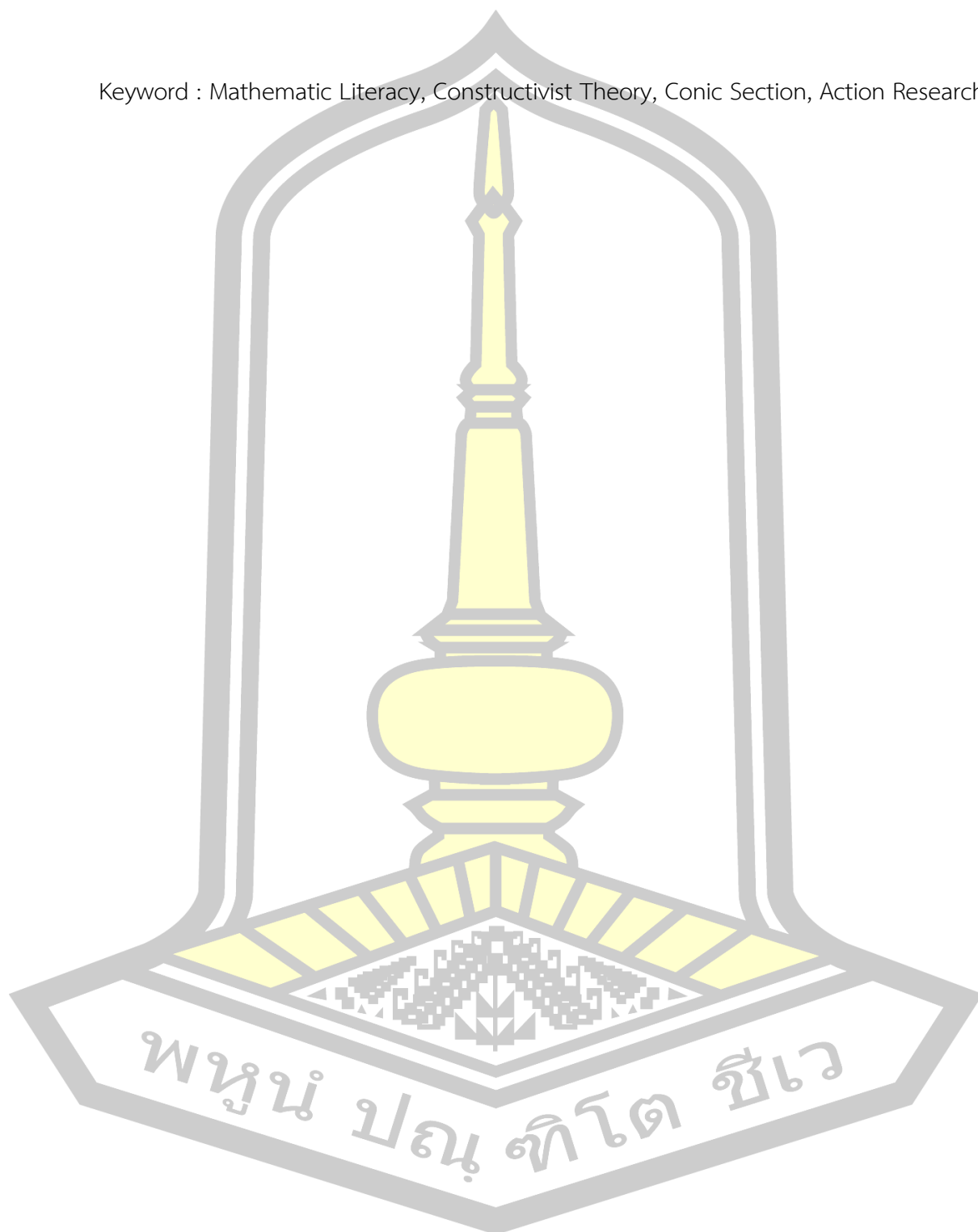
ABSTRACT

This research was action research which had the objective was to develop the mathematical literacy of Mathayomsuksa 4 students about learning conic section by applying the Constructivist Theory Model to achieve the criteria 60 percent. The target group was 28 students of Mathayomsuksa 4/3 students in the academic year 2019 from Borabu School, Borabu, Maharakham. They were selected by using the Purposive Sampling of 1 classroom. The research instruments were 1) 10 lesson plans of the Constructivist Theory Model, 2) 3 sets of the mathematical literacy test and 3) the interview form for each instrument. The statistical techniques were applied to analyze the data such as mean, percentage, and standard deviation.

The result of this research found that after accomplished with 3 spirals of action research, the mathematical literacy of all students in the target group had a score higher than 60 percent of the full score. The first spirat using the Constructivist Theory Model; 16 students were passing 60 percent of the full score, the second spiral using the Constructivist Theory Model with KWDL technique; 24 students were passing 60 percent of the full score and the third spiral using the Constructivist Theory Model with KWDL technique on the group; all of the target group (28 students) passed 60 percent of the full score. Moreover, the constructivist with the

KWDL technique in group activities can development for mathematical literacy.

Keyword : Mathematic Literacy, Constructivist Theory, Conic Section, Action Research



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี วงษ์สะพาน ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราพร เอรารวรรณ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมทรง สิทธิ กรรมการสอบ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การทำกรวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของผู้วิจัยที่คอยให้การสนับสนุน คอยให้กำลังใจ ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่มีส่วนทำให้การทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์จากการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้อันมีค่าแก่ผู้ศึกษาค้นคว้าจนสามารถจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

ภัทราพร สุตรักษ์

พูนุ่ ปณุ่ ทิโต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
บัญชีตาราง.....	ฉ
บัญชีภาพประกอบ.....	ท
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	7
ความสำคัญของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
บทที่ 2.....	14
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์.....	14
ความรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	20
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์.....	58
การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL.....	69
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning).....	78

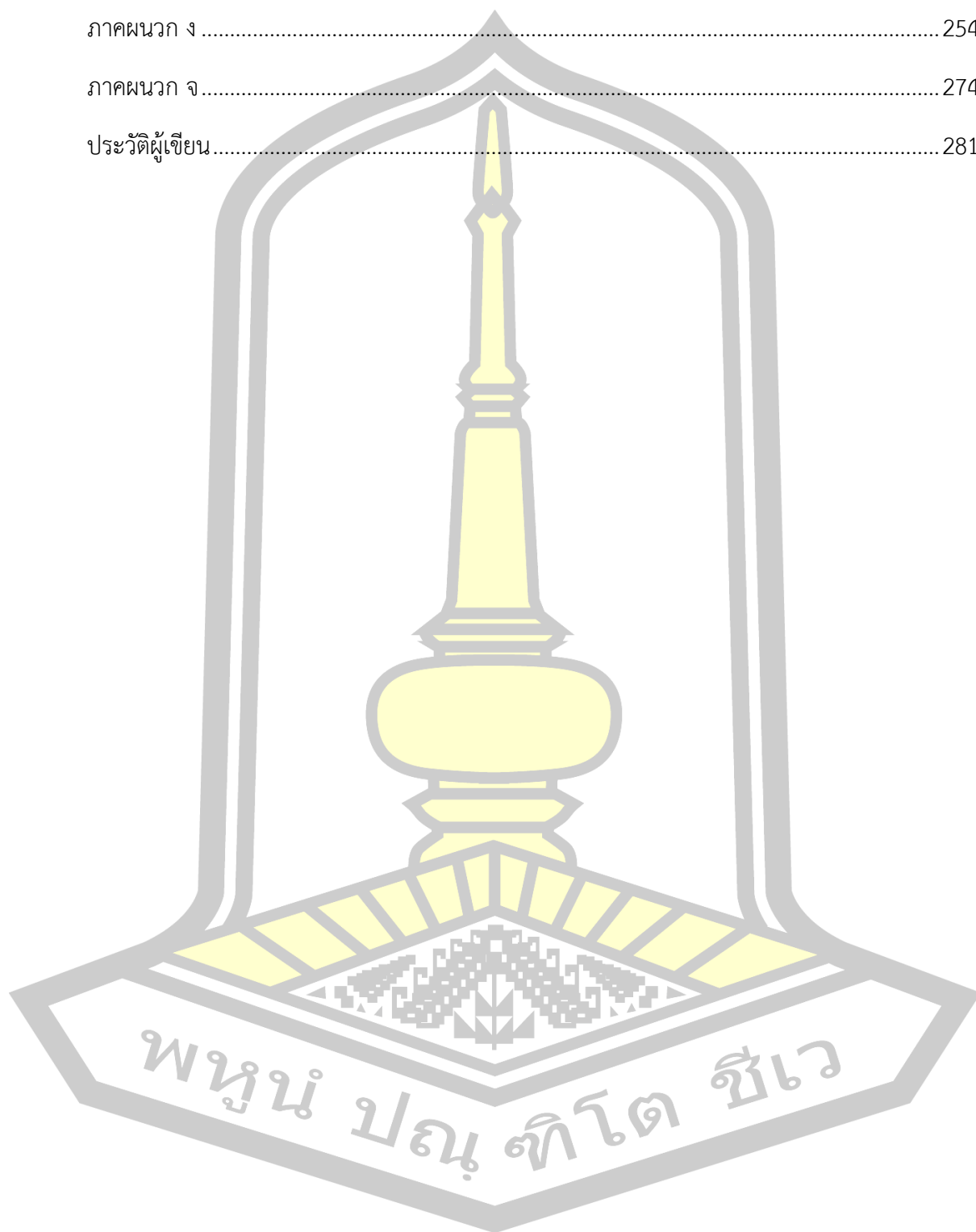
การวิจัยเชิงปฏิบัติการ	80
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	88
บทที่ 3	95
วิธีดำเนินการวิจัย	95
รูปแบบของวิจัย	95
กลุ่มเป้าหมาย	96
การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล	113
การวิเคราะห์ข้อมูล	120
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	120
บทที่ 4	122
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	122
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	122
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	122
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	123
บทที่ 5	157
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	157
ความมุ่งหมายของการวิจัย	157
สรุปผล	157
อภิปรายผล	158
ข้อเสนอแนะ	162
บรรณานุกรม	164
ภาคผนวก	176
ภาคผนวก ก	177
ภาคผนวก ข	179

ภาคผนวก ค.....247

ภาคผนวก ง.....254

ภาคผนวก จ.....274

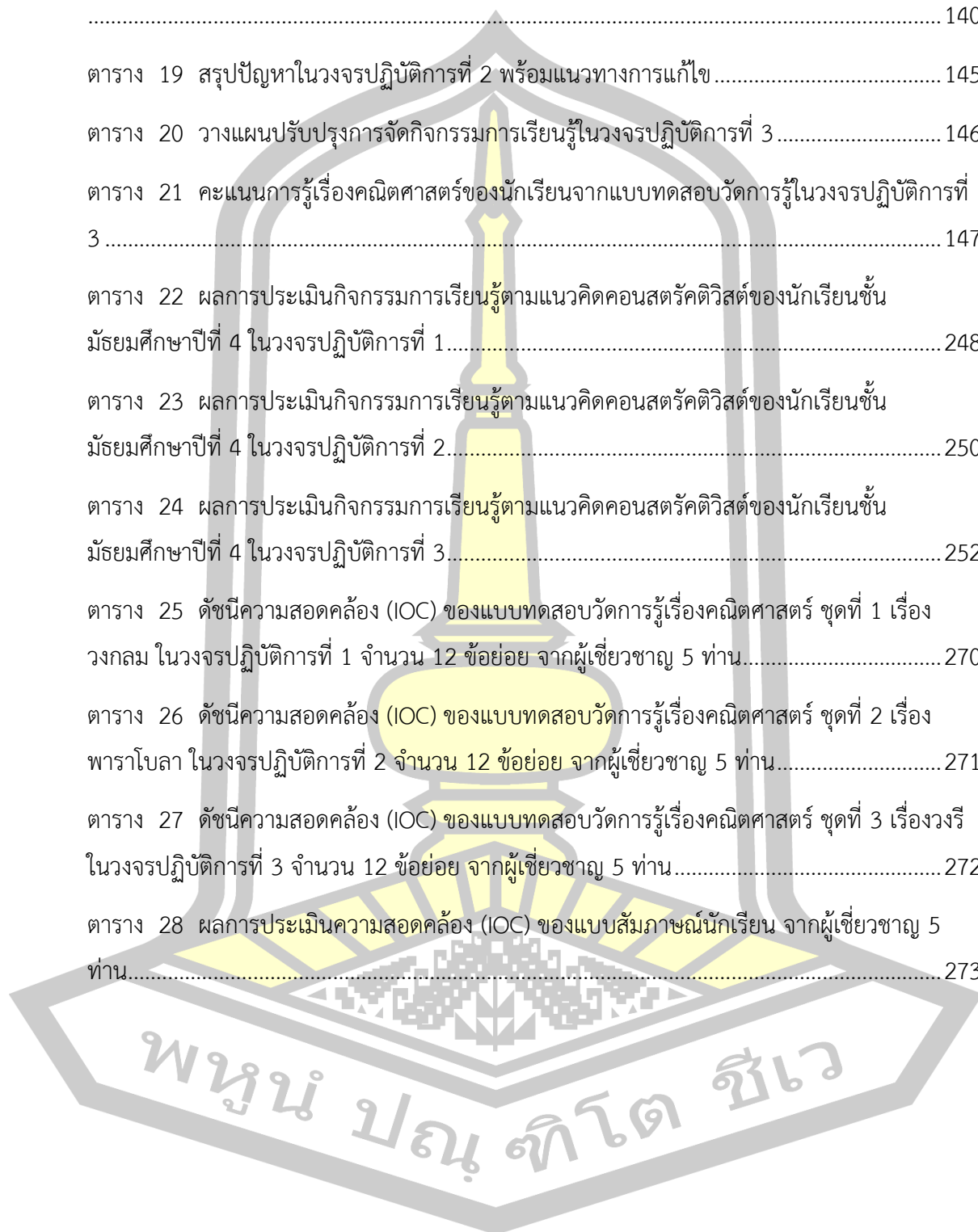
ประวัติผู้เขียน.....281



บัญชีตาราง

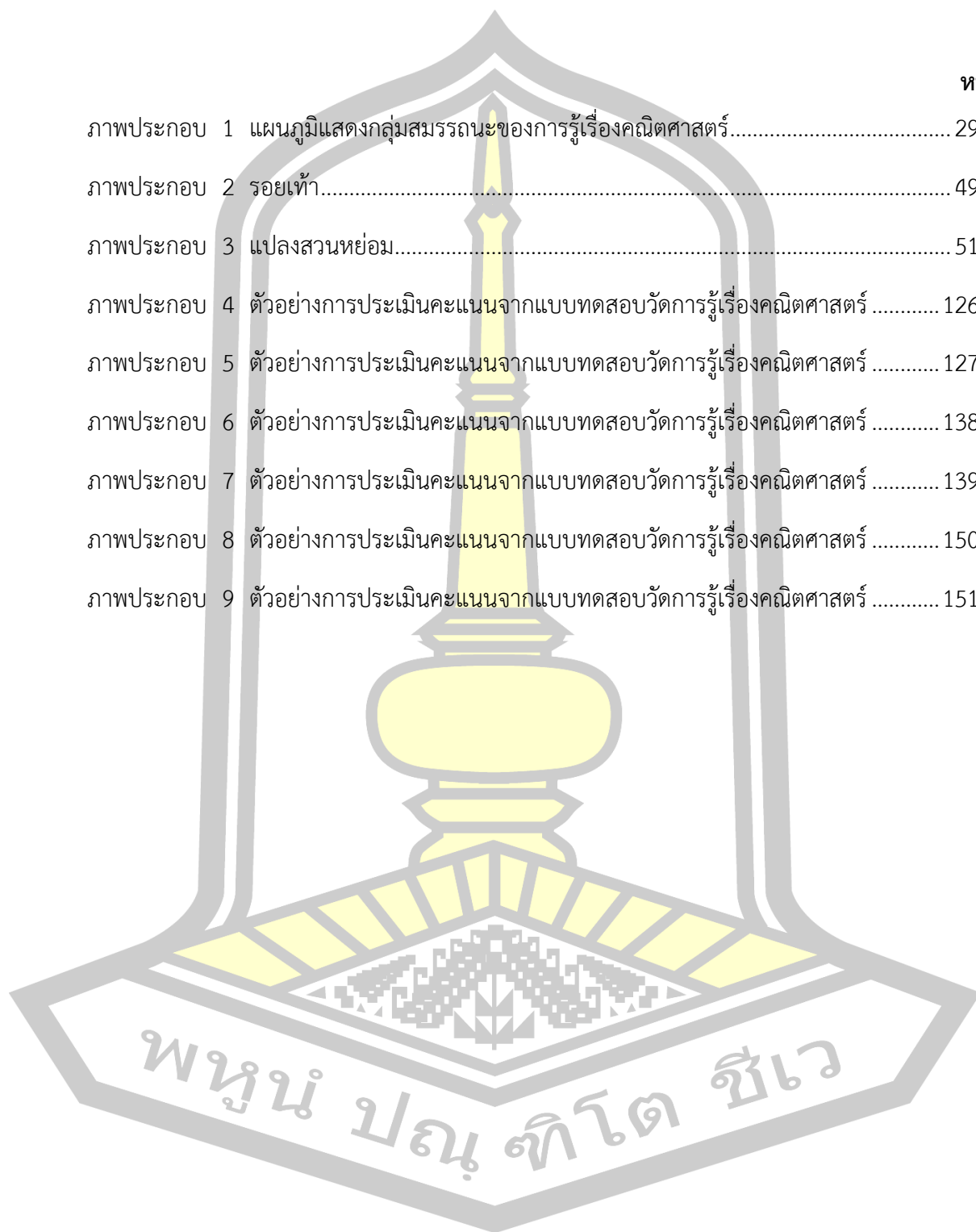
	หน้า
ตาราง 1 แสดงกลุ่มของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	24
ตาราง 2 ลักษณะของภารกิจการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 6 ระดับ.....	39
ตาราง 3 ลักษณะภารกิจคณิตศาสตร์ตามสมรรถนะระดับต่าง ๆ	42
ตาราง 4 ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	44
ตาราง 5 ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน	46
ตาราง 6 จำนวนข้อสอบคณิตศาสตร์ใน PISA 2015 จำแนกตามเกณฑ์ต่าง ๆ	53
ตาราง 7 แผนผัง KWDL	71
ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถทางการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3.....	96
ตาราง 9 การวิเคราะห์หน่วยแผนการเรียนรู้ในแต่ละวงจรงปฏิบัติการ เรื่อง ภาคตัดกรวย.....	99
ตาราง 10 แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	109
ตาราง 11 เกณฑ์การให้คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ	110
ตาราง 12 กำหนดการจัดการเรียนรู้ในวงจรงปฏิบัติการ	114
ตาราง 13 แสดง Action plan ของวิจัยเชิงปฏิบัติการ	118
ตาราง 14 คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้ในวงจรงปฏิบัติการที่ 1	124
ตาราง 15 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรงปฏิบัติการที่ 1	132
ตาราง 16 วางแผนปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรงปฏิบัติการที่ 2	133
ตาราง 17 คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้ในวงจรงปฏิบัติการที่ 2	135

ตาราง 18	คะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	140
ตาราง 19	สรุปปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พร้อมแนวทางการแก้ไข	145
ตาราง 20	วางแผนปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	146
ตาราง 21	คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	147
ตาราง 22	ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	248
ตาราง 23	ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	250
ตาราง 24	ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	252
ตาราง 25	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 เรื่องวงกลม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 12 ข้อย่อย จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	270
ตาราง 26	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 เรื่องพาราโบลา ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 12 ข้อย่อย จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	271
ตาราง 27	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ชุดที่ 3 เรื่องวงรี ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 12 ข้อย่อย จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	272
ตาราง 28	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์นักเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	273



บัญชีภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงกลุ่มสมรรถนะของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	29
ภาพประกอบ 2 รอยเท้า.....	49
ภาพประกอบ 3 แปลงสวนหย่อม.....	51
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	126
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	127
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	138
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	139
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	150
ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	151



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) เป็นทักษะชีวิตอย่างหนึ่งซึ่งเป็นพื้นฐานที่มีความจำเป็นเช่นเดียวกับการอ่านเขียนได้ ที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ และฝึกฝน นอกจากนั้นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นการรู้ และเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์ที่มีในโลก หรือในชีวิตจริง สามารถตัดสินปัญหาต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ และรู้จักใช้คณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาของตนเอง และเตรียมพร้อมเป็นพลเมืองที่มีวิจรรณญาณห่วงใย และสร้างสรรค์สังคม ในอนาคต (OECD, 1999) รวมถึงการนำเอาความรู้ และทักษะคณิตศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์ที่ท้าทายที่พบในชีวิตจริง หรือบทบาทที่ต่างกัน และวิธีการที่ต่างกัน ซึ่งการที่จะใช้ความรู้ และทักษะดังกล่าวต้องมีพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์ การนำความรู้คณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การเป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ และมีความมั่นใจในตนเอง (Bussiere, 2001) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีลักษณะสำคัญที่เน้นการใช้คณิตศาสตร์ในโลกจริง กล่าวคือ ไม่ได้ต้องการเนื้อหาที่พิเศษหรือแปลกใหม่แต่ต้องการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับบริบทเท่านั้น (De Lange, 2003) สอดคล้องกับคำกล่าวของ von Hagen et al. (2002) ที่ว่าการจะสามารถเข้าใจโครงสร้างของคณิตศาสตร์ในบริบทได้นั้นจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วย แม้ว่าความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์พื้นฐานจะไม่ได้เป็นเครื่องมือยืนยันถึงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แต่การขาดความรู้พื้นฐานนี้จะไม่ทำให้เกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ และตามกรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015 แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) กระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น

3 ตัวชี้วัด ได้แก่ การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ 2) เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ จัดออกเป็น 4 เรื่อง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริภูมิและรูปทรง ปริมาณ และความไม่แน่นอนและข้อมูล และ 3) สถานการณ์หรือบริบท จัดเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ บริบททางการงานอาชีพ บริบทส่วนตัว บริบททางสังคม และบริบททางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2560a)

การประเมินผลคณิตศาสตร์ของโครงการ PISA 2015 มีความสำคัญกับปัญหาในชีวิตจริง เนื่องจากประชาชนทุกวันนี้ต้องเผชิญหน้ากับกิจกรรมประจำวันที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เช่น เรื่องปริมาณ รูปทรง มิติ ความน่าจะเป็น และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ อีกมากมาย PISA จึงต้องการให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในชีวิต โดยให้นักเรียนระบุสถานการณ์ที่สำคัญของปัญหา กระตุ้นให้หาข้อมูล สืบรวจตรวจสอบ และนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ทักษะการคิดและการให้เหตุผล การโต้แย้ง การสื่อสาร การสร้างตัวแบบ การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา การนำเสนอ การใช้สัญลักษณ์และการดำเนินการ ในการแก้ปัญหานักเรียนต้องใช้ทักษะต่าง ๆ ที่หลากหลายมารวมกัน ทั้งนี้แนวโน้มของทุกอาชีพชี้บ่งว่า บุคคลต้องมีความสามารถที่จะเข้าใจ สื่อสาร ใช้และอธิบายแนวคิดและวิธีการที่ยึดถือการคิดแบบคณิตศาสตร์เป็นหลัก นั่นคือสามารถนำฐานความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ และเผชิญหน้ากับปัญหาในโลกจริงได้เพียงใด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2560a)

ผลการประเมินคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยใน PISA 2012 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ 427 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ซึ่งต้องมีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ OECD ใน PISA ที่ 494 (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) และในปี 2015 ผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของไทยแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของการประเมินลดลง ในทุกกลุ่มโรงเรียนในประเทศไทย ซึ่งคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยคือ 415 คะแนน ในภาพรวมทั้งประเทศพบว่าโดยเฉลี่ยมีนักเรียนหนึ่งในสาม (32.2%) ตอบข้อสอบถูก และอีกสองในสามตอบผิดหรือไม่ตอบ ในจำนวนนี้มีนักเรียนมากกว่าครึ่งที่ตอบผิด (64.6%) สำหรับผลการประเมินกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำได้มากที่สุดคือการตีความ (40.3%) รองลงมาคือการใช้หลักคณิตศาสตร์ (34.5%) และการคิดในเชิงคณิตศาสตร์ (21.6%) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนตอบได้น้อยที่สุด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ผลการประเมินระดับประเทศชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปี พ.ศ. 2558 คะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนอยู่ที่ 21.20 ในปี พ.ศ. 2559 ลดลงเหลือ 20.64 ปี พ.ศ. 2560 ลดลงเหลือ 19.00 และในปี พ.ศ. 2561 คะแนนเฉลี่ย 27.10 (วิชาการโรงเรียนบรบือ, 2562) จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่ำลง

และต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งอาจมีเหตุผลหลายประการ เช่น จากการสัมภาษณ์นักเรียนโรงเรียนบรปือระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก เรียนไปแล้วไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

จากการสัมภาษณ์ครูประจำการโรงเรียนบรปือระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กล่าวว่า การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จ ส่วนน้อยที่ครูจะจัดการเรียนการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับครูเพียงผู้เดียว แต่ขึ้นอยู่กับตัวของนักเรียนด้วยเช่นกัน นักเรียนไม่สนใจเรียน ไม่มีการทบทวนบทเรียนตามที่ครูสั่งไว้ สัมทบเรียนที่เคยเรียนมาแล้วในครั้งก่อน วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยุงยากทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบเนื้อหาบางบทเรียนมีแต่สูตรให้นักเรียนท่องจำ บางบทก็ไม่สามารถสอนให้เห็นเป็นรูปธรรมได้ แต่ครูก็ต้องมีเทคนิคการสอนมาเสริมเพื่อให้นักเรียน เรียนเข้าใจและชอบที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ครูต้องปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนให้ทันสมัยตามความต้องการของนักเรียน ครูต้องไม่สอนหนังสือไม่นำสาระที่มีในตำรามาบอกบรรยายให้นักเรียนจดจำแล้วนำไปสอบวัดความรู้ ครูต้องสอนคนให้เป็นมนุษย์ที่เรียนรู้การใช้ทักษะเพื่อดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 เป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ให้นักเรียนเรียนรู้จากการลงมือทำ (วิจารณ์ พานิช, 2555) และผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของ PISA 2012 (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 สถานการณ์ มาทดสอบนักเรียน พบว่าในจำนวนนักเรียนทั้งหมด 31 คน ทำแบบทดสอบได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 3 คน และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 28 คน โดยส่วนใหญ่ นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาที่โจทย์ต้องการได้ จึงไม่สามารถแปลงข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ไปเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากนักเรียนยังขาดความรู้ เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ที่นำมาเชื่อมโยงในสถานการณ์นั้น ๆ และยังไม่สามารถคิดและหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการหาผลลัพธ์ จนนำไปสู่การหาผลลัพธ์ที่อาจไม่ถูกต้องหรือการอธิบายถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ไม่เหมาะสม ซึ่งจากที่กล่าวมาล้วนเป็นองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น และยังสะท้อนให้เห็นถึงการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ได้เน้นให้นักเรียน เรียนคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับชีวิตจริง ครูควรจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ (ชาติรี สำราญ, 2547)

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ ที่จะส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากในชีวิตประจำวันของเรานั้นคณิตศาสตร์มีความเกี่ยวข้องและมีบทบาทต่อการประกอบอาชีพต่าง ๆ ในสังคม การเปิดโอกาสให้นักเรียนพบเจอปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตและได้ลงมือแก้ไขปัญหาด้วยตนเองจะทำให้ นักเรียนคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น และยังช่วยให้นักเรียน

ได้เห็นความสำคัญของการเรียนมากขึ้นด้วย (ชาติรี สำราญ, 2547) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ เนื่องจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการกระทำของตนเอง (Theory of Active Knowing) ซึ่งมีแนวคิดหลักที่ว่าบุคคลเรียนรู้โดยอาศัยปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันโดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ และแรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐานมากกว่าอาศัยแต่เพียงการรับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมหรือการรับการสอนจากภายนอกเท่านั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) ที่เกิดจากการที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เพื่อเป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรอง (Reflection) ซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring) ที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือขจัดความขัดแย้งทางปัญญาที่ได้รับการตรวจสอบทั้งจากตนเองและผู้อื่น และใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา หรืออธิบายสถานการณ์เฉพาะทางอื่น ๆ ที่อยู่ในกรอบของโครงสร้างนั้นได้ และเป็นพื้นฐานสำหรับโครงสร้างใหม่ต่อไป (Underhill, 1991)

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นแนวคิดหนึ่งที่สอดคล้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ เน้นการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องสร้างความรู้ สร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นแนวคิดที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์อย่างมีเหตุผล โดยให้ความสำคัญกับประสบการณ์และกระบวนการที่ได้มาซึ่งความรู้ เน้นให้ผู้เรียนได้คิดและสร้างความรู้จากการเผชิญสถานการณ์ปัญหา แล้วเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ซึ่งต้องอาศัยการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้โดยการค้นหา และแสวงหาความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหามาจากสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเองและเรียนรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่ม ซึ่งการทำกิจกรรมกลุ่มยังช่วยให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการตรวจสอบความคิดเห็น การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ผู้เรียนได้อภิปรายถึงแนวทางในการแก้ปัญหาให้เหตุผล สรุปสาระและหลักการของเรื่องที่เรียนได้อย่างชัดเจน รวมถึงผู้เรียนสามารถใช้ภาษาที่ผู้เรียนสื่อสารกันได้ ซึ่งเป็นภาษาที่สามารถเข้าใจกันได้ เข้าใจกันได้ง่าย รวมทั้งส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อีกด้วย (เกื้อจิตต์ ฉิมทิม และคณะ, 2549) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรสินี ริดจันทร์ (2552) และ อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีความเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชั้นเกิด

ความขัดแย้งทางปัญญา 2) ชั้นแสวงหาคำตอบ 3) ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ และ 4) ชั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ซึ่งในแต่ละชั้นจะให้นักเรียนสามารถนำเอาเนื้อหาสาระที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้มาใช้ในการให้เหตุผลประกอบการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้ อีกทั้งในการสอนแต่ละครั้งจะต้องคำนึงถึงรูปแบบหรือเทคนิคการทำกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้การสอน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านเทคนิคการจัดการเรียนรู้ KWDL พบว่าเป็นเทคนิคที่เน้นให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบ และช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการวางแผนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และมีกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล ยังสามารถส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ รวมไปถึงทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เทคนิค KWDL ได้พัฒนามาจากแนวคิด KWL ของโอเกิล สามารถช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านสติปัญญา ทางสังคม และสามารถช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหาที่ดี อีกทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้ (วิระศักดิ์ เลิศโสภา, 2544) ซึ่งเทคนิค KWDL ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) K : เรารู้อะไร (What We Know) หรือโจทย์บอกอะไรบ้าง 2) W : เราต้องการรู้ต้องการทราบอะไร (What We Want to Know) หรือโจทย์ให้อะไร บอกอะไรบ้าง 3) D : เราทำอะไร อย่างไร (What We Do) และหาคำตอบ หรือเรามีวิธีการอย่างไรบ้างหรือมีวิธีดำเนินการเพื่อหาคำตอบอย่างไร และ 4) L : เราเรียนรู้อะไรจากการดำเนินการขั้นที่ 3 (What We learned) เป็นความรู้และวิธีศึกษาคำตอบ และขั้นตอนในการคิด (Shaw et al., 1997) จากขั้นตอนดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา และผู้เรียนต้องฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นตอนไม่ว่าจะเป็นการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อีกทั้งยังได้พัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของผู้เรียนด้วย

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นเทคนิคการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ นักเรียนจะต้องทำงานร่วมกันช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเรียนรู้ ให้คำปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด มีความรับผิดชอบ พยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ตระหนักถึงความสำคัญเพื่อให้ได้มาซึ่งการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่ม ทำให้เกิดการเรียนรู้และการทำงานร่วมกันให้ดีขึ้น ซึ่งการเรียนแบบร่วมมือ Slavin (1995) ใช้กลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 4 คน และนักเรียนมีความสามารถแตกต่างกัน ได้ทำงานร่วมกัน มีการช่วยเหลือกันปรึกษากันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีเป้าหมายร่วมกัน คือ ความสำเร็จของกลุ่ม การเรียนแบบร่วมมือที่นำมาใช้ในชั้นเรียนมีหลายวิธีควรเลือกให้เหมาะสมกับผู้เรียนและวิชาที่สอน เพื่อให้ได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุด สอดคล้องกับ กรรณิการ์ หรบรพ (2554) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่

เรียนเรื่องเซต ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ถือเป็นวิธีการเรียนรู้แบบกลุ่มย่อยที่นักเรียนเก่งจะได้ ช่วยเหลือนักเรียนที่อ่อนกว่า มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดความสุขสนุกสนานในการ เรียน และยังสามารถพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นการวิจัยที่เน้นแก้ปัญหาที่ทำได้ โดย ครูผู้สอนในห้องเรียนแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการ เรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็วและนำผลไปใช้ ทันทีและสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน (สุวิมล ว่องวานิช, 2543) ขั้นตอนของการวิจัยเชิง ปฏิบัติการในเชิงการนำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติงานในโรงเรียนมี 4 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นวางแผน จะเริ่มด้วยการสำรวจสภาพปัญหาในชั้นเรียนซึ่งพบว่านักเรียนขาดการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ จากนั้นวางแผนการดำเนินงานเพื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
- 2) ขั้นปฏิบัติการ เป็นการปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่วางแผนไว้
- 3) ขั้นสังเกตการณ์ เป็นการติดตามผล ปฏิบัติการ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากนักเรียนสังเกตนักเรียน โดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่ สร้างขึ้นได้แก่ แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์นักเรียน และ
- 4) ขั้นสะท้อนผล การปฏิบัติการ เป็นการสะท้อนผลที่ได้จากการปฏิบัติการว่าผู้เรียนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 มากน้อยเพียงใด และผู้เรียนมีปัญหาในด้านใดบ้าง เพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลที่ นำไปสู่การปรับปรุงและวางแผนการปฏิบัติการต่อไป (วิระยุทธ ชาติตะกานจน์, 2558) การวิจัยเชิง ปฏิบัติการสามารถแก้ปัญหาของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนน คันธา วัตร (2561) ได้ทำการศึกษาการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้วยการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 และพบว่านักเรียนมีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในระดับ 3 - 4

จากเหตุผลและสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการวิจัยโดยใช้รูปแบบ การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน และเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ จะช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน มีการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ได้เรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญหา จนสามารถสร้าง ความรู้ใหม่ได้ และเทคนิค KWDL จะช่วยพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีลำดับ ขั้นตอนในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ อีกทั้งการเรียนรู้แบบร่วมมือหรือกิจกรรมกลุ่ม เป็น กระบวนการที่ช่วยให้เด็กเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ช่วยเหลือกัน ภายในกลุ่ม และเพิ่มความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการศึกษาค้นคว้าจากการจัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มาใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย ซึ่งผลที่ได้จะมีประโยชน์ดังนี้

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ภาคตัดกรวยของครูคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้จัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความรู้เรื่องคณิตศาสตร์
2. เพื่อช่วยในการพัฒนาและศึกษาค้นคว้าวิจัยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และผู้สนใจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 28 คน ห้องเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาโดยเลือกแบบเจาะจง จากนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบรบือ พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย เวลาเรียน 10 ชั่วโมง

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

ตัวแปรตาม คือ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์

4. ระยะเวลาในการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยดำเนินในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

นิยามศัพท์เฉพาะ

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้วิธีการ และการนำเอาความรู้ที่เรียนผ่านมาแล้วและทักษะคณิตศาสตร์ที่จำเป็นมาใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาของตนเองซึ่งอาจพบในชีวิตจริง โดยมีกรอบการประเมิน 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process) คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการคิด การใช้ และการตีความคณิตศาสตร์ ซึ่งอธิบายสิ่งที่แต่ละคนทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหา กับคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหา แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการดังนี้

1.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการรู้และกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาหรือสถานการณ์ นั่นคือการนำคณิตศาสตร์ที่จำเป็นมาวิเคราะห์ สร้างแนวทางแก้ปัญหา แปลงปัญหาจากสถานการณ์ให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

1.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริง วิธีการดำเนินการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่แต่ละคนแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์และค้นหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ คือ สามารถของแต่ละบุคคลในการสะท้อนวิธีการแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือการสรุปคำตอบทางคณิตศาสตร์ แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาในโลกจริง การแปลความหมายของวิธีการแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับไปบริบทของปัญหา และตัดสินว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นเหตุเป็นผลและเข้ากันได้กับบริบทของปัญหาหรือไม่

2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ คือ เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โครงสร้างการประเมินคณิตศาสตร์ครอบคลุมเนื้อหา 4 เรื่อง ได้แก่

2.1 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ คือ ความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงแบบต่าง ๆ ในทางคณิตศาสตร์การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของฟังก์ชันและสมการที่เหมาะสม รวมถึงการคิด การตีความ และการแปลความตัวแทนความสัมพันธ์ในเชิงคณิตศาสตร์และกราฟ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ในมุมมองของเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นไปตามหลักสูตรใน

เรื่องฟังก์ชันและพีชคณิต ได้แก่ นิพจน์ทางพีชคณิต สมการและอสมการ การแสดงรูปตารางและกราฟ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างคำอธิบาย การสร้างแบบจำลองและการตีความการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.2 ปริภูมิและรูปทรง คือ แบบรูป สมบัติของวัตถุ ตำแหน่งและทิศทาง การแสดงแทนวัตถุ การเข้ารหัสและถอดรหัสของสาระที่มองเห็นจากภาพได้ การนำทาง และการแทนเรขาคณิตเป็นพื้นฐานที่จำเป็น การวัดขนาด พีชคณิต ความเข้าใจภาพวาดที่มีสัดส่วนที่มองเห็น เช่น การวาดภาพ การสร้าง และอ่านแผนที่ การเปลี่ยนรูปร่างโดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี การตีความมุมมองภาพสามมิติจากมุมมองต่าง ๆ ที่มองเห็น และการสร้างสัญลักษณ์ของรูปทรง

2.3 ปริมาณ คือ จำนวน ซึ่งเป็นเรื่องทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในโลกของเรา ซึ่งรวมถึงเรื่องของจำนวนที่มาจากวัตถุ ความสัมพันธ์ สถานการณ์และกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ในโลก ความเข้าใจการแสดงแทนปริมาณในรูปแบบต่าง ๆ ในเรื่องเกี่ยวกับปริมาณต้องมีความเข้าใจในเรื่องการวัดขนาด การนับ ขนาด หน่วยนับ การเปรียบเทียบขนาดและแนวโน้ม แบบรูปเชิงตัวเลข ความรู้สึกเชิงจำนวน การแสดงจำนวนด้วยวิธีการต่าง ๆ การคำนวณ การคิดเลขในใจ การประมาณค่าและการประเมินผลลัพธ์อย่างมีเหตุผล

2.4 ความไม่แน่นอนและข้อมูล คือ ความน่าจะเป็น สถิติ โอกาสที่จะเกิดขึ้น การรับรู้ถึงปริมาณในการแปรผัน การรับรู้ถึงความไม่แน่นอนและความผิดพลาดจากการวัด การคิด การตีความ และการประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนที่เป็นจุดสำคัญ ความไม่แน่นอนและข้อมูลพบได้ในการทำนายทางวิทยาศาสตร์ การสำรวจความคิดเห็น การพยากรณ์อากาศ การหาผลคะแนนสอบและการสำรวจ

3. สถานการณ์หรือบริบท คือ สถานการณ์ที่ปัญหานั้นตั้งอยู่ ที่ใช้คณิตศาสตร์เข้าไปแก้ปัญหาที่อยู่ในสถานการณ์หรือบริบทนั้น ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่มีปัญหานั้นตั้งอยู่ได้จัดประเภทของบริบทออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

3.1 บริบทส่วนตัว คือ คำถามที่จัดอยู่ในกิจกรรมของคนๆ หนึ่ง ครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อน อาจจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหาร การซื้อของ การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล การเดินทาง กีฬา การท่องเที่ยว การจัดตารางเวลาส่วนบุคคล และการเงินส่วนบุคคล

3.2 บริบททางการงานอาชีพ คือ คำถามที่จัดอยู่ในงานที่มีในชีวิตจริง เช่น การวัดขนาด ค่าใช้จ่าย และการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำหนดการ/รายการสินค้า การออกแบบ/สถาปัตยกรรม และอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ บริบทเกี่ยวกับอาชีพอาจจะมีข้องเกี่ยวกับตั้งแต่งานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะ จนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

3.3 บริบททางสังคม คือ คำถามที่จัดอยู่ในชุมชนหนึ่งๆ ไม่ว่าจะในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครอง นโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐกิจ แม้ว่าจะเป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับเรื่องส่วนบุคคล แต่บริบททางสังคมเน้นการมองปัญหานั้นในภาพรวมของสังคม

3.4 บริบททางวิทยาศาสตร์ คือ คำถามที่เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง และประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศหรือประเทศ ระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์ พันธุกรรม การวัดและทุกสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ประเภทอัตนัย โดยจะออกแบบคำถามให้ครอบคลุมองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และสถานการณ์หรือบริบทองค์ประกอบอิสระ ซึ่งในแบบทดสอบ 1 ชุด มีจำนวน 4 ข้อ โดยจะแบ่งเป็นสถานการณ์ต่าง ๆ มีคะแนนเต็ม 32 คะแนน โดยเกณฑ์การผ่านต้องมีคะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มขึ้นไป

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์ห้อย่างมีเหตุผล โดยให้ความสำคัญกับประสบการณ์และกระบวนการที่ได้มาซึ่งความรู้ เน้นให้ผู้เรียนได้คิดและสร้างความรู้จากการเผชิญสถานการณ์ปัญหา แล้วเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ซึ่งต้องอาศัยการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้โดยการค้นหาและแสวงหาความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นการสอนดังนี้

1. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ให้สอดคล้องกัน หรือเป็นผลมาจากความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันของนักเรียนกับเพื่อนกับครู และนักเรียนได้สังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิมตามความเข้าใจเดิม

2. ขั้นแสวงหาคำตอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนค้นหาคำตอบ แสวงหาความรู้เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ ตีความ และสะท้อนความคิด อย่างประนีประนอมความขัดแย้งกับกับเพื่อน จนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้ได้

3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผล การศึกษาค้นคว้ากับความเข้าใจของตนเอง ได้ใช้เหตุผลในการตรวจสอบความเข้าใจ เพื่อลดความ ขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

4. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้นำความรู้ ทักษะและ กระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้อธิบายตัดสินแก้ปัญหา หรือดำเนินชีวิตของตนเองได้อย่าง เหมาะสม และผู้สอนอาจนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ทำให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจตนเอง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถนำเอาความรู้ที่เรียนมาแล้ว และนำเนื้อหาสาระ ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหสถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและมี ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครูผู้สอน การนำเอาเทคนิค KWDL มาใช้ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ จะทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นขั้นตอน มีการหาสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการ พร้อมทั้งวางแผนการแก้ปัญหาจนนำไปสู่การหาผลลัพธ์ที่ถูกต้อง โดยใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่ง ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น K คือ ผู้สอน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและทบทวนความรู้เดิม จากนั้นเสนอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่ นำไปสู่ความขัดแย้งทางปัญญา ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาว่าให้อะไรมาบ้าง ในขั้น K (What We Know) ต้องใช้เนื้อคณิตศาสตร์เรื่องใดมาใช้ในการแก้ปัญหา นั้นเป็นการคิดสถานการณ์ ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 ขั้นแสวงหาคำตอบ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W คือ ผู้สอนให้ผู้เรียน วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ค้นหาคำตอบโดยอิสระ เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาและสะท้อน ความคิดกับผู้เรียนคนอื่น ๆ ซึ่งผู้เรียนจะต้องรู้ว่าสถานการณ์ปัญหานี้ต้องการรู้อะไร ในขั้น W (What We Want to Know) แล้วผู้เรียนต้องบอกถึงความสัมพันธ์ของปัญหากับการใช้คณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหา และแปลงปัญหาให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น D และ ขั้น L คือ ผู้สอนสุ่มตัวแทนผู้เรียน 3 – 4 คน นำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยผู้เรียนทุกคนร่วมกันคิด วิเคราะห์ ใช้ เหตุผลและความเข้าใจของตนเองตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและการหาคำตอบที่ตัวแทน นำเสนอ เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม จากนั้นผู้เรียนดำเนินการหาผลลัพธ์ ในขั้น D (What We Do to Find Out) เพื่อนำไปสู่การสรุปผลและสร้างความรู้ขึ้นมา ในขั้น L (What We Learned) เราได้ เรียนรู้อะไรบ้างจากสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL คือ ผู้สอนให้ผู้เรียนได้นำความรู้และทักษะที่ได้ไปใช้อธิบายและแก้ปัญหาในการทำใบงาน จะได้ฝึกการทำโจทย์ปัญหาโดยใช้ตาราง KWDL เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม คือ การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มและความสามารถของนักเรียนตามอัตราส่วน 1 : 2 : 2 คือ นักเรียนที่เก่ง ปาน และนักเรียนที่อ่อน จะทำให้นักเรียนได้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม คนเรียนเก่งช่วยคนเรียนอ่อน คนเรียนปานกลางเรียนรู้จากคนเก่ง อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น และช่วยให้นักเรียนสามารถนำเอาความรู้ที่เรียนมาแล้วและเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนในกลุ่มกับนักเรียนระหว่างกลุ่ม จะทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบ แก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ใช้วงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น K คือ ผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน ด้วยอัตราส่วน 1 : 2 : 2 ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มให้ความสนใจและทบทวนความรู้เดิม จากนั้นเสนอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่นำไปสู่ความขัดแย้งทางปัญญา ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาว่าให้อะไรมาบ้าง ในขั้น K (What We Know) ต้องใช้เนื้อคณิตศาสตร์เรื่องใดมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นแสวงหาคำตอบ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W คือ ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ค้นหาคำตอบโดยอิสระ เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาและสะท้อนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนจะต้องรู้ว่าสถานการณ์ปัญหานี้ต้องการรู้อะไรในขั้น W (What We Want to Know) แล้วผู้เรียนต้องบอกถึงความสัมพันธ์ของปัญหากับการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และแปลงปัญหาให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น D และ ขั้น L คือ ผู้สอนสุ่มตัวแทนผู้เรียนกลุ่มละ 2 คนนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อลดอาการตื่นเต้น โดยผู้เรียนในแต่ละกลุ่มจะต้องคิด วิเคราะห์ ใช้เหตุผลและความเข้าใจของตนเองตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและการหาคำตอบที่ตัวแทนนำเสนอ เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการหาผลลัพธ์ ในขั้น D (What We Do to Find Out) เพื่อนำไปสู่การสรุปผลและสร้างความรู้ขึ้นมา ในขั้น L (What We Learned) เราได้เรียนรู้อะไรบ้างจากสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL คือ ผู้สอนให้ผู้เรียนทุกคนได้นำความรู้และทักษะที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในการทำใบงานรายบุคคล ปรึกษากันได้ภายในกลุ่มตนเอง

การวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) คือ รูปแบบวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอน เพื่อแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ปัญหาในชั้นเรียนนั้น ๆ จากกลุ่มเป้าหมายที่ผู้วิจัยสนใจ ให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยสามารถแก้ไขปรับปรุง และพัฒนาให้ดีขึ้นได้โดยผู้วิจัย และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียนต่อไป ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอนดังนี้

1. **ขั้นวางแผน (Planning)** เป็นการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาโดยเริ่มจากการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา แล้ววางแผนการพัฒนาความรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษาจากหลักสูตรแกนกลาง หลักสูตรสถานศึกษา ทฤษฎี แนวคิด และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างเครื่องมือและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ รวมทั้งหมด 10 แผน

2. **ขั้นปฏิบัติการ (Action)** เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1 ให้ครบแต่ละวงจรปฏิบัติการ

3. **ขั้นสังเกตการณ์ (Observation)** เป็นการติดตามผลการปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นการปฏิบัติกล่าวคือ ในขณะที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งสัมภาษณ์นักเรียน เพื่อนำไปสะท้อนผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของแต่ละวงจรปฏิบัติการ

4. **ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection)** เป็นการสะท้อนผลที่ได้จากการปฏิบัติงานในชั้นต่าง ๆ และสะท้อนผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกตการณ์ว่า ผู้เรียนแต่ละคนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงานเพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ทุกคน

พูน ปณ ทิโต ชีเว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
4. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL
5. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)
6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - งานวิจัยภายในประเทศ
 - งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข และสามารถพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อเรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซต ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการสื่อสาร สื่อความหมาย และ

อ้างเหตุผล

3. เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนจริงและพหุนาม
4. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันลอการิทึม

และฟังก์ชันตรีโกณมิติ

5. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์
6. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเมทริกซ์
7. เข้าใจและใช้สมบัติจำนวนเชิงซ้อน
8. นำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติไปใช้
9. เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา

และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

10. นำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้
11. หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดจากตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูป การแจกแจงทวินาม และการแจกแจงปกติ และนำไปใช้
12. นำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสเบื้องต้นไปใช้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่

ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิยามภาพ ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำอธิบายรายวิชา วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1

เพื่อศึกษาฝึกทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ประพจน์ การหาค่าความจริงของประพจน์ การสร้างตารางค่าความจริง รูปแบบของประพจน์ที่สมมูลกัน การอ้างเหตุผล ข้อความที่มีตัวบ่งปริมาณและค่าความจริงของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ สมมูลและนิเสธของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ ระบบจำนวนจริง จำนวนจริง การเท่ากัน การบวก การลบ การคูณ และการหาร ในระบบจำนวนจริง สมบัติของระบบจำนวนจริง การแก้สมการพหุนามตัวแปรเดียว สมบัติการไม่เท่ากัน ช่วงและการแก้อสมการ ค่าสัมบูรณ์ การแก้สมการและอสมการในรูปค่าสัมบูรณ์ ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น การหารลงตัว ขั้นตอนวิธีการหาร ตัวหารร่วมมาก และตัวคูณร่วมน้อย โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้อง บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและความรู้สู่ประชาคมอาเซียนให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า โดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการ

นำเสนอ มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในการรักชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ซื่อสัตย์ สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักษาความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

คำอธิบายรายวิชา วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

เพื่อศึกษา วิเคราะห์ ผูกทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับ ฟังก์ชัน เรขาคณิตวิเคราะห์ เส้นตรง ระยะระหว่างจุดสองจุด ความชันของเส้นตรง เส้นขนาน เส้นตั้งฉาก ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง ระยะระหว่างจุดกับเส้นตรง ภาคตัดกรวย วงกลม พาราโบลา วงรี ไฮเพอร์โบลา การเลื่อนกราฟ ฟังก์ชัน ความสัมพันธ์ โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ ตัวผกผันของความสัมพันธ์ ความหมายของฟังก์ชันพีชคณิตของฟังก์ชัน ฟังก์ชันคอมโพสิท และฟังก์ชันผกผัน โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้อง บูรณาการกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและความรู้สู่ประชาคมอาเซียนให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า โดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงานเพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นและมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ และมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในการรักชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ ซื่อสัตย์ สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักษาความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง (กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบรบือ, 2562)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิยามภาพ ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.1 สาระจำนวนและพีชคณิต

2.1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้

1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และอ้างเหตุผล

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ตรรกศาสตร์

- ประพจน์และตัวเชื่อม
- ประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณตัวเดียว
- การอ้างเหตุผล

ผลการเรียนรู้

2. เข้าใจจำนวนจริงและใช้สมบัติของจำนวนจริงในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

จำนวนจริงและพหุนาม

- จำนวนจริงและสมบัติของจำนวนจริง
- ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริงและสมบัติของค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง
- จำนวนจริงในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงในรูปเลขยกกำลัง

- 2.1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และ

นำไปใช้

ผลการเรียนรู้

ประกอบ และฟังก์ชันผกผัน

1. หาผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหารฟังก์ชัน หาฟังก์ชัน

2. ใช้สมบัติของฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ฟังก์ชัน

- การบวก การลบ การคูณ การหารฟังก์ชัน
- ฟังก์ชันประกอบ
- ฟังก์ชันผกผัน

- 2.1.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วย

แก้ปัญหาที่กำหนดให้

ผลการเรียนรู้

ในการแก้ปัญหา

1. แก้สมการและอสมการพหุนามตัวแปรเดียว ตีกริไม่เกินสี่ และนำไปใช้

ในการแก้ปัญหา

2. แก้สมการและอสมการเศษส่วนของพหุนามตัวแปรเดียว และนำไปใช้

ในการแก้ปัญหา

3. แก้สมการและอสมการค่าสัมบูรณ์ของพหุนามตัวแปรเดียวและนำไปใช้

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

จำนวนจริงและพหุนาม

- ตัวประกอบของพหุนาม
- สมการและอสมการพหุนาม

- สมการและอสมการเศษส่วนของพหุนาม
- สมการและอสมการค่าสัมบูรณ์ของพหุนาม

2.2 สารระการวัดและเรขาคณิต

2.2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ผลการเรียนรู้

1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

เรขาคณิตวิเคราะห์

- จุดและเส้นตรง
- วงกลม
- พาราโบลา
- วงรี
- ไฮเพอร์โบลา

จากข้อความสำคัญข้างต้นในการจัดการเรียนรู้ที่มีสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย นับว่ามีความสำคัญยิ่งซึ่งผู้วิจัยต้องเน้นพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ปัจจุบัน มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์นั้นคือสามารถเลือกและประยุกต์ใช้ความรู้และวิธีการที่มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายนอกโรงเรียน และเตรียมความพร้อมให้แก่ นักเรียนทุกคนเพื่อการใช้ชีวิตในสังคมที่มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ในเรื่องการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะนำเสนอความหมาย ความสำคัญ ลักษณะสำคัญ องค์ประกอบ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และกลุ่มการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามลำดับดังนี้

1. ความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

นักวิชาการศึกษาและองค์กรได้กล่าวถึงความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

Ontario Ministry of Education and Training (1999) ให้นิยามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ว่า การมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นจะต้องมีทักษะคณิตศาสตร์ ทักษะการให้เหตุผล การแก้ปัญหาและการสื่อสาร การคิด วิเคราะห์ และที่สำคัญที่สุดคือ การมีความสามารถและแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญในการจัดทำหลักสูตรสำหรับนักเรียนในวันข้างหน้า

OECD (1999) ให้นิยามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) ว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นคำที่ใช้แทนคำว่า “ความรู้คณิตศาสตร์” เป็นการรู้และเข้าใจบทบาทคณิตศาสตร์ที่มีในโลกหรือในชีวิตจริงสามารถตัดสินใจปัญหาต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ และรู้จักใช้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาของตนเอง และเตรียมความพร้อมเป็นพลเมืองที่มีวิจรรณญาณห่วงใยและสร้างสรรค์สังคมในอนาคต

Bussiere (2001) ให้นิยามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ว่าการนำเอาความรู้และทักษะคณิตศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์ที่ท้าทายที่อาจพบในชีวิตจริงหรือบทบาทที่ต่างกันและในวิธีการที่ต่างกัน ซึ่งการที่จะใช้ความรู้และทักษะดังกล่าวได้ต้องมีพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์ การนำความรู้คณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การเป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และมีความมั่นใจในตนเอง

De Lange (2003) กล่าวว่าสิ่งสำคัญของ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ การรู้จักเลือกใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลาย และการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีลักษณะที่ไม่เป็นแบบแผน แต่เป็นการหยั่งรู้ ไม่เป็นนามธรรมแต่อิงบริบท ไม่เน้นสัญลักษณ์แต่เน้นรูปแบบ

สุนีย์ คล้ายนิล (2549) กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีความหมายมากกว่าการคิดเลข และการทำโจทย์ปัญหา การรู้จักคณิตศาสตร์ หรือการจัดการกับข้อมูลคณิตศาสตร์แต่หมายถึง รู้ขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิดคณิตศาสตร์ สามารถติดตามและประเมินผลข้อโต้แย้งเชิงคณิตศาสตร์ เสนอปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ เลือกวิธีนำเสนอสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถตัดสินใจบนพื้นฐานของคณิตศาสตร์

Martin (2007) กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึงได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไว้ว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์สามารถบ่งบอกว่าบุคคลนั้นมีความสามารถในการให้เหตุผล การวิเคราะห์ กำหนดและแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงได้ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของประชาชนและผู้บริโภคแต่ละคนสามารถรู้และแปลความหมายได้ด้วยตนเอง โดยที่พวกเขามีความสามารถที่จะแปลความหมายและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีมากมายในหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ และอินเทอร์เน็ตได้ เป้าหมายแรกเริ่มของการเรียนคณิตศาสตร์เกี่ยวเนื่องกับองค์ประกอบที่สำคัญ 5 องค์ประกอบดังนี้

1. เริ่มต้นปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง
2. มีการจัดการข้อมูลและข่าวสารตามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3. เชื่อมโยงโลกปัจจุบัน ประยุกต์สิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่ปัญหาที่เป็นนามธรรม ซึ่งมีรากฐานจากสถานการณ์ในคณิตศาสตร์

4. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. สะท้อนกลับจากวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ถึงวิธีการในโลกแห่งความเป็นจริง

Yore and Other (2007) กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีความหมายมากกว่าการเข้าใจสาระสำคัญของคณิตศาสตร์ แต่เกี่ยวข้องกับความรู้หลักพื้นฐานและความสามารถส่วนบุคคลในการใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์การสร้างความเข้าใจและการแก้ปัญหา

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์แตกต่างจากการให้นิยามทั่วไป โดยเน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนที่นำเอาความรู้และทักษะคณิตศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์ที่ท้าทายที่อาจพบในชีวิตจริงหรือ บทบาทที่ต่างกัน และในวิธีการที่ต่างกันซึ่งการที่จะใช้ความรู้และทักษะดังกล่าวได้ต้องมีพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนในโรงเรียนอย่างดีพอ

สุชาติ ปัทมวิภาต (2557) ได้ให้ความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์คือ ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายรวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

จากการคนควาเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิด การให้เหตุผล คิดหาวิธีการและนำเอาความรู้เดิมและทักษะคณิตศาสตร์ที่จำเป็นมาใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย และสถานการณ์ที่เจอในชีวิตประจำวัน

2. ความสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

นักวิชาการศึกษากล่าวถึงความสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Devlin (2000) และ Watson (2002) กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นทักษะชีวิตอย่างหนึ่งซึ่งเป็นพื้นฐานที่มีความจำเป็นเช่นเดียวกับการอ่านเขียนได้ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องรู้และฝึกฝน

Jablonka (2003) ได้กล่าวว่า ความสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์นั้นเป็นการพัฒนามนุษย์ ที่เน้นการใช้คณิตศาสตร์ในการแปลความ และจัดการชีวิตประจำวัน ซึ่งแนวคิดหลักคือปัญหาในชีวิตประจำวัน การทำงาน เป็นที่ยอมรับในประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งพบว่ามี ความแตกต่างอย่างมากระหว่างคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนในโรงเรียนกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวัน

สุนีย์ คล้ายนิล (2549) กล่าวว่าในโลกปัจจุบันบุคคลต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการดำเนินชีวิตประจำวัน ความรู้และความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์ช่วยให้

เข้าใจประเด็นหรือความจำเป็นต่าง ๆ อย่างมีความหมายและทำให้ภารกิจสำเร็จลุล่วง การขาดความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล อาจทำให้เกิดการตัดสินใจที่ผิดพลาดหรือสับสนในชีวิตการทำงานและชีวิตส่วนตัวเช่นผู้ตัดสินใจอย่างไร้ข้อมูลข่าวสาร

Steen and Other (2007) และ Watson (2002) กล่าวว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นจุดมุ่งหมายหลักอย่างหนึ่งของการจัดการศึกษาในโรงเรียนยุคปัจจุบัน การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนต้องมุ่งเน้นให้แก่แก่นักเรียนเกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ นั่นคือสามารถเลือกและประยุกต์ใช้ความรู้และวิธีการที่มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายนอกโรงเรียน และเตรียมความพร้อมให้แก่แก่นักเรียนทุกคนเพื่อการใช้ชีวิตในสังคมที่มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี

Yore and Other (2007) กล่าวว่า กิจกรรมของมนุษย์และกิจกรรมทางสังคมต้องการการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อการใช้งานและเพื่อเตรียมคนในการใช้ชีวิต มีความเข้าใจและกระทำอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นักเรียนจึงไม่รู้เรียนรู้อย่างเฉพาะแต่มีทัศนคติและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ต้องรู้การใช้แนวคิดนี้เพื่อแก้ปัญหาแปลกใหม่และเรียนรู้การคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายให้เป็นคณิตศาสตร์อีกด้วย

จากการคนควาเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า ความสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์นั้นมีความสำคัญเช่นเดียวกับการอ่านออก เขียนได้ คณิตศาสตร์ช่วยให้เข้าใจประเด็นต่าง ๆ และทำให้ภารกิจสำเร็จลุล่วง เพื่อเตรียมคนในการใช้ชีวิตและเพื่อเตรียมความพร้อมให้แก่แก่นักเรียนทุกคน ได้ประยุกต์ใช้ความรู้และวิธีการที่มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายให้เป็นคณิตศาสตร์

3. ลักษณะสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงลักษณะสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

De Lange (2003) ได้กล่าวว่า หลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเน้นที่ความรู้ในเนื้อหาวิชา แต่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เน้นที่การใช้คณิตศาสตร์ในโลกจริง นอกจากนี้ Steen and Other (2007) กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่ได้ต้องการเนื้อหาที่พิเศษหรือแปลกใหม่แต่ต้องการเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับบริบทเท่านั้น ซึ่ง Steen and other อธิบายความหมายแตกต่างของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในโรงเรียนว่า “คณิตศาสตร์ในโรงเรียนเน้นการใช้คณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนในระดับเบื้องต้น แต่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เน้นการใช้คณิตศาสตร์เบื้องต้นในระดับที่ซับซ้อน”

Hughes Hallett (2002) กล่าวว่า การจะสามารถเข้าใจโครงสร้างของคณิตศาสตร์ในบริบทได้นั้นจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วย แม้ว่าความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์พื้นฐานจะไม่ได้เป็นเครื่องมือยืนยันถึงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แต่การขาดความรู้พื้นฐานนี้จะไม่ทำให้เกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้

Steen and Other (2007) กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ใช้ข้อมูลที่เป็นจริง กระบวนการที่แปลกใหม่ และการใช้เหตุผลที่ซับซ้อน แต่ต้องการเพียงเนื้อหาคณิตศาสตร์เบื้องต้น เท่านั้นในทางตรงกันข้ามคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมีลักษณะเป็นมนทัศน์ที่เป็นนามธรรมใช้จำนวน ง่ายๆ กระบวนการที่ตรงไปตรงมา และการประยุกต์ที่เป็นแบบแผน

จากการคนควาเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ใน โรงเรียนจะเน้นที่ความรู้ในเนื้อหาวิชา แต่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เน้นที่การใช้งานคณิตศาสตร์ใน ชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการนำความรู้คณิตศาสตร์และเนื้อหาที่เหมาะสมกับบริบท มาเพื่อใช้แก้ปัญหาที่มีความ หลากหลายโดยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะ เข้าใจโครงสร้างคณิตศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ

4. องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

นักวิชาการศึกษากล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Kaiser & Willander (2005) ได้ศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และจำแนกการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ ออกเป็น 5 กลุ่มคือ กลุ่มไม่มีการรู้เรื่อง (Illiteracy) กลุ่มการรู้เรื่องแบบธรรมดา (Nominal literacy) กลุ่มการรู้เรื่องในการนำไปใช้ (Functional literacy) กลุ่มการรู้เรื่องกรอบ ความคิด และกระบวนการ (Conceptual and procedural) และ กลุ่มการรู้เรื่องในหลายมิติ (Multidimensional literacy) ดังปรากฏในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงกลุ่มของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

กลุ่ม	คำอธิบาย
ไม่มีการรู้เรื่อง (Illiteracy)	ไม่มีความรู้พื้นฐานของกรอบความคิด และวิธีการทางคณิตศาสตร์
การรู้เรื่องแบบธรรมดา (Nominal literacy)	มีความเข้าใจเพียงเล็กน้อยทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบายทฤษฎีบท ทางคณิตศาสตร์ และยังมีความเข้าใจที่ผิดพลาด
การรู้เรื่องในการนำไปใช้ (Functional literacy)	สามารถใช้กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ แต่มีข้อจำกัดใน เนื้อหาบางประเภท และขาดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง
การรู้เรื่องกรอบความคิด และกระบวนการ (Conceptual and procedural)	เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง และหลักการสำคัญของแนวความคิดทาง คณิตศาสตร์

ตาราง 1 (ต่อ)

กลุ่ม	คำอธิบาย
การรู้เรื่องในหลายมิติ (Multidimensional literacy)	เข้าใจบริบทแวดล้อมของคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ เช่น มิติด้านปรัชญา ประวัติศาสตร์ และสังคม

จากตาราง 1 พบว่ากลุ่มของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม คือกลุ่มไม่มีการรู้เรื่อง (Illiteracy) กลุ่มการรู้เรื่องแบบธรรมดา (Nominal literacy) กลุ่มการรู้เรื่องในการนำไปใช้ (Functional literacy) กลุ่มการรู้เรื่องกรอบความคิด และกระบวนการ (Conceptual and procedural) และ กลุ่มการรู้เรื่องในหลายมิติ (Multidimensional literacy)

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ วัตถุประสงค์ 3 ด้าน คือ

1. สถานการณ์หรือบริบทของปัญหา (Situations of Contexts) การใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายได้แก่

- 1.1 ชีวิตส่วนตัว
- 1.2 ชีวิตในโรงเรียน ชีวิตการทำงาน และเวลาว่าง
- 1.3 ชุมชนและท้องถิ่น
- 1.4 ชุมชนในโลกวิทยาศาสตร์

2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ (Mathematical Content) ได้แก่

2.1 ปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and Shape) เรื่องของแบบรูป (Pattern) มีอยู่ทุกหนทุกแห่งในโลก แม้แต่การพูด ดนตรี การจราจร การก่อสร้างศิลปะ ฯลฯ รูปร่างเป็นแบบรูปที่เห็นได้ทั่วไป เป็นต้นว่า รูปร่างของบ้าน โรงเรียน อาคาร สะพาน ถนนผลึก ดอกไม้ ฯลฯ แบบรูปเรขาคณิตเป็นต้นแบบ (Model) อย่างง่ายที่พบอยู่ในสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏการศึกษาเรื่องรูปร่างมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับแนวคิดของเรื่องที่ว่า ซึ่งต้องการความเข้าใจในเรื่องสมบัติของวัตถุและตำแหน่งเปรียบเทียบของวัตถุ เราต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างและภาพในความคิดหรือภาพที่เรามองเห็นเป็นต้นว่า มองเห็นความสัมพันธ์ของตัวเมืองจริงกับแผนที่ รูปถ่ายของเมืองนั้นข้อนี้รวมทั้งความเข้าใจในรูปร่างที่เป็นสามมิติที่แสดงแทนออกมาในภาพสองมิติ มีความเข้าใจในเรื่องของเงาและภาพที่มีความลึกและเข้าใจด้วยว่ามันทำงานอย่างไร

2.2 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) โลกแสดงให้เราเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงมากมายมหาศาล และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทั้งชั่วคราวถาวรของการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติ เช่นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตขณะเจริญเติบโตการหมุนเวียนของฤดูกาลการขึ้นลงของกระแสน้ำ การเปลี่ยนแปลงของอวกาศ การขึ้นลงของหุ้น การว่างงานของคน การเปลี่ยนแปลงบางกระบวนการสามารถบอกได้หรือสร้างเป็นต้นแบบโดยตรงใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากเป็นรูปของสมการหรือสมการแต่ความสัมพันธ์ในธรรมชาติอื่น ๆ อาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน ความสัมพันธ์หลายอย่างไม่สามารถใช้คณิตศาสตร์ได้โดยตรงต้องใช้วิธีการอื่น ๆ และจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อระบุถึงความสัมพันธ์

2.3 ปริมาณ (Quantity) จุดเน้นของเรื่องนี้ คือ การบอกปริมาณ รวมทั้งความเข้าใจเรื่องของคุณค่า (เปรียบเทียบ) แบบรูปของจำนวน และการใช้จำนวน เพื่อแสดงปริมาณและแสดงวัตถุต่าง ๆ ในโลกจริงในเชิงปริมาณ (การนับและการวัด) นอกจากนี้ปริมาณยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการและความเข้าใจเรื่องจำนวนที่นำมาใช้ในเรื่องต่าง ๆ อย่างหลากหลาย

2.4 ความไม่แน่นอน (Uncertainty) เรื่องของความไม่แน่นอนเกี่ยวข้องกับสองเรื่องคือ ข้อมูล และโอกาส ซึ่งเป็นการศึกษาทาง “สถิติ” และเรื่องของ “ความน่าจะเป็น” ข้อเสนอแนะสำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนสำหรับประเทศสมาชิก OECD คือ ให้ความสำคัญกับเรื่องของสถิติและความน่าจะเป็นให้เป็นจุดเด่นมากกว่าที่เคยเป็นมาในอดีต เพราะในโลกปัจจุบันในยุคของ “สังคมข้อมูลข่าวสาร” ข้อมูลข่าวสารที่หลั่งไหลเข้ามาและแม้ว่าจะอ้างว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง ตรวจสอบได้ก็จริง แต่ในชีวิตจริงเราก็เผชิญกับความไม่แน่นอนหลายอย่าง เช่น ผลการเลือกตั้งที่ไม่คาดคิด การพยากรณ์อากาศที่ไม่เที่ยงตรง การล้มละลายทางเศรษฐกิจ การเงิน การพยากรณ์ต่าง ๆ ที่ผิดพลาด แสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของโลก คณิตศาสตร์ที่เข้ามามีบทบาทในส่วนนี้คือ การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การเสนอข้อมูล ความน่าจะเป็น และการอ้างอิง(สถิติ) เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ด้านดังกล่าวนี้คือ จุดเน้นของ OECD/PISA ซึ่งอาจจะไม่ใช่จุดเน้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ในหลาย ๆ ประเทศหรือหลายๆหลักสูตร

3. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Competencies) ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ล้วน ๆ ยังไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา แง่มุมที่สำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกด้านหนึ่ง คือ เรื่องของ “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” หรือ การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ กระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในความพยายามที่จะแก้ปัญหา นั่นถือว่าเป็น สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะต่าง ๆ เหล่านี้จะสะท้อนถึงวิธีที่นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา กรอบการประเมินผลของ PISA เลือกเน้น 8 สมรรถนะ ได้แก่

3.1 การคิดและการใช้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการตั้งคำถาม รู้คำตอบทางคณิตศาสตร์ บอกความแตกต่างของประโยค (statements) เช่น นิยาม ทฤษฎี conjecture สมมติฐาน ตัวอย่าง และความเข้าใจและการใช้ข้อจำกัดของคณิตศาสตร์

3.2 การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) เกี่ยวข้องกับการรู้จักการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ (และรู้ว่าการพิสูจน์แตกต่างจากการใช้เหตุผลอย่างไร) สามารถติดตามและประเมินการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ มีความรู้ลึกถึงความจริง (รู้ว่าอะไรเกิดขึ้นได้/ไม่ได้ ทำไม) และสามารถสร้างและแสดงการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3.3 การสื่อสาร (Communication) เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของตน ความสามารถที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจตน โดยวิธีการต่าง ๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ ทั้งในรูปของการพูดและการเขียน และสามารถเข้าใจการพูดและการเขียนของผู้อื่นด้วยเช่นกัน

3.4 การสร้างตัวแบบ (Modeling) เกี่ยวข้องกับการวางโครงสร้างของสถานการณ์ที่จะต้องนำมา สร้างเป็นตัวแบบ (Model) การแปลความเป็นจริงให้เข้าสู่โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การประเมินความน่าเชื่อถือของตัวแบบ วิเคราะห์ วิจารณ์ ตัวแบบและผลที่เกิดขึ้น การสื่อสารแนวคิดของตัวแบบและผล การติดตามและควบคุมกระบวนการของการสร้างตัวแบบ

3.5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem posing and solving) เป็นสมรรถนะที่เกี่ยวกับการตั้งคำถาม การสร้างเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ และการนิยาม ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ โดยวิธีการที่หลากหลาย

3.6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) สมรรถนะด้านนี้เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส (decoding) และการเข้ารหัส (encoding) การแปลความ การตีความ และการบอกความแตกต่างของการแสดงเครื่องหมายของคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงเครื่องหมายแทนแบบต่าง ๆ การเลือกและการเปลี่ยนระหว่างรูปแบบต่าง ๆ ของการแสดงเครื่องหมายแทนที่สอดคล้องกับสถานการณ์และจุดประสงค์

3.7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using symbolic, language and operation) เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส การตีความสัญลักษณ์ ภาษาคณิตศาสตร์ และความเข้าใจการเชื่อมโยงของภาษาคณิตศาสตร์กับภาษาธรรมชาติ การแปลความจากภาษาธรรมชาติไปเป็นสัญลักษณ์/ภาษาคณิตศาสตร์ สามารถจัดการกับประโยคหรือพจน์ที่มีสัญลักษณ์และสูตร ความสามารถในการใช้ตัวแปร การแก้สมการ และการคำนวณ

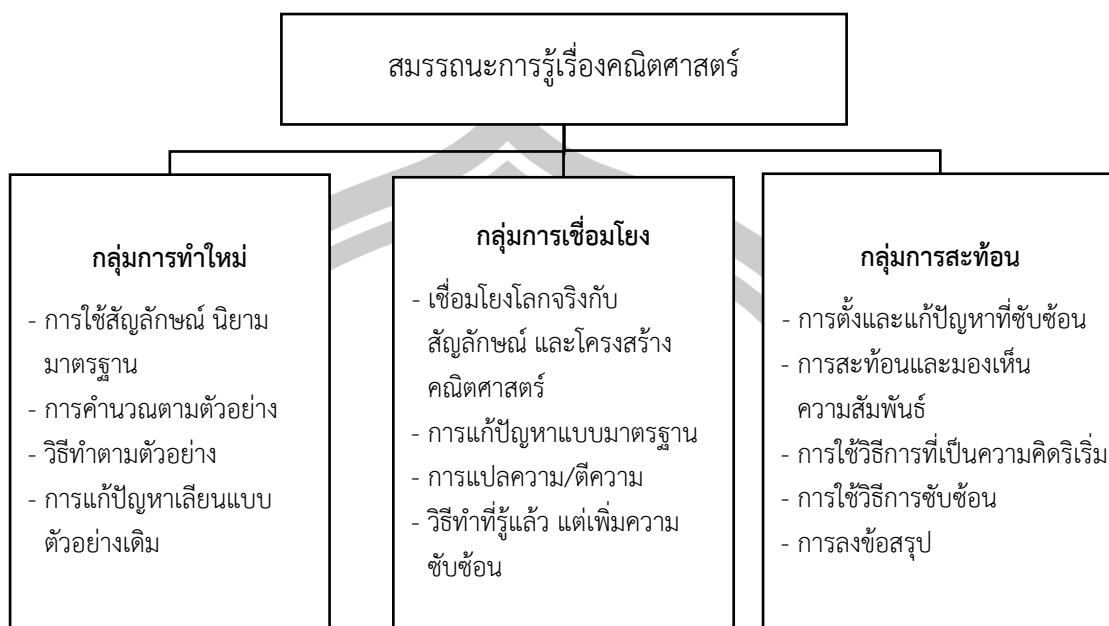
3.8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using aids and tools) สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับการรับรู้ และความสามารถในการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ(รวมทั้งเครื่องมือภาคเทคโนโลยีสารสนเทศ) ที่สามารถช่วยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังหมายรวมถึงความรู้ถึงข้อจำกัดของเครื่องมือ

สำหรับกลุ่มของสมรรถนะในการแก้ปัญหา นั้น โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) กล่าวว่า PISA ไม่ได้ต้องการที่จะสร้างข้อสอบเพื่อวัดสมรรถนะต่าง ๆ เฉพาะแต่ละสมรรถนะโดยลำพัง เพราะสมรรถนะของคนไม่ใช่สิ่งที่จะแยกออกมาวัดได้โดด ๆ แต่ในการแสดงความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่ง อาจมีหลายสมรรถนะซ้อนกันอยู่ ดังนั้น PISA จึงไม่ได้วัดสมรรถนะโดด ๆ แต่ในการตอบข้อสอบ นักเรียนจำเป็นต้องมีและสามารถใช้สมรรถนะดังกล่าว แต่อาจจะใช้หลายสมรรถนะหรือเรียกว่า กลุ่มของสมรรถนะในการแก้ปัญหา ซึ่งรวมไว้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มการทำใหม่ (Reproduction Cluster) หมายถึง การทำโจทย์หรือการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยหรือคล้ายคลึงกับตัวอย่างหรือสถานการณ์เดิม แต่มีการเปลี่ยนตัวแปรบางตัวไป
2. กลุ่มการเชื่อมโยง (Connection Cluster) หมายถึง การเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจและแก้ปัญหาใหม่ที่ไม่คุ้นเคย
3. กลุ่มการสะท้อนและการสื่อสาร (Reflection and Communication Cluster) มีเรื่องของการคิดไตร่ตรอง สะท้อนกลับที่นักเรียนต้องใช้ในการแก้ปัญหา เข้ามารวมอยู่ด้วย จึงเกี่ยวข้องกับความสามารถในการวางแผนกลยุทธ์การแก้ปัญหา และใช้กลยุทธ์นั้นในการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ของปัญหานั้น ซึ่งมักมีองค์ประกอบที่เพิ่มมากขึ้นหรือซับซ้อนขึ้นหรือมีความหมายใหม่(หรือไม่คุ้นเคย)มากขึ้นกว่าในกลุ่มการเชื่อมโยง

การจำแนกกลุ่มสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะจำเพาะต่างกัน สรุปได้ดังแผนภูมิต่อไปนี้





ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงกลุ่มสมรรถนะของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 1 พบว่า สมรรถนะทางการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ การทำใหม่ การเชื่อมโยง และการสะท้อน แต่ละกลุ่มมีทักษะกระบวนการที่แตกต่างกัน นอกจากข้อสอบของ PISA จะใช้สถานการณ์ที่มีอยู่ในโลกของความเป็นจริงแล้ว ยังต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดที่สูงขึ้นไปจากการคิดคำนวณหาคำตอบที่เป็นตัวเลข แต่ต้องการให้นักเรียนรู้จักคิด ใช้เหตุผล และคำอธิบายมาประกอบคำตอบของตนอีกด้วย

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ด้าน เช่นเดียวกับการประเมินใน PISA 2012 ได้แก่

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process) ที่อธิบายสิ่งที่แต่ละคนทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหาคณิตศาสตร์แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหา กระบวนการทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการดังนี้

1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

นิยามของคำว่า การคิด ในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการรู้เรื่องและบอกโอกาสในการใช้คณิตศาสตร์ แล้วกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาที่พบในสถานการณ์ กระบวนการของการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ คือ การที่บุคคลตัดสินใจได้ว่าส่วนใดที่เขาสามารถดึงคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ปัญหา โดยบุคคลเหล่านั้นสามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่

ในขอบเขตคณิตศาสตร์ และกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การใช้เครื่องหมายแทน และลักษณะจำเพาะให้กับปัญหาในโลกจริง ซึ่งสามารถให้เหตุผล ตั้งสมมติฐาน และพิจารณาข้อจำกัดได้อย่างเหมาะสม กระบวนการนี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาที่ตั้งอยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง และการระบุตัวแปรที่สำคัญ
2. การรู้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (รวมถึง กฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ และแบบรูป) ของปัญหาหรือสถานการณ์
3. การทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่าย เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น
4. การระบุข้อจำกัดและสมมติฐานที่อยู่เบื้องหลังแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และจากการทำให้อยู่ในรูปอย่างง่ายที่รวบรวมได้จากบริบท
5. การแสดงแทนสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ โดยการใช้ตัวแปรสัญลักษณ์ แผนภาพ และแบบจำลองมาตรฐานที่เหมาะสม
6. การแสดงแทนปัญหาในหลากหลายวิธี รวมถึงการจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการสร้างสมมติฐานที่เหมาะสม
7. การรู้ เข้าใจ และการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาเฉพาะกับบริบทของปัญหากับภาษาที่เป็นสัญลักษณ์และภาษาอย่างเป็นทางการที่จำเป็นต้องใช้ในการแสดงเชิงคณิตศาสตร์
8. การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน
9. การรู้แง่มุมต่าง ๆ ของปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่รู้หรือแนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ที่รู้จักข้อเท็จจริง หรือวิธีการดำเนินการ
10. การใช้เทคโนโลยีเพื่อแสดงความสัมพันธ์ภายในปัญหาที่อยู่ในสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ (เช่น ตารางโปรแกรมทำงาน หรือรายการที่มีให้บนเครื่องคำนวณเชิงกราฟ)

2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา
 นิยามของคำว่า การใช้ ในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริง วิธีการดำเนินการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่แต่ละคนแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และค้นหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (เช่น แสดง

การคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมติฐาน การใช้เชิงสัญลักษณ์ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางและกราฟ การใช้สัญลักษณ์แทนและการจัดการกับรูปทรงและรูปทรง และการวิเคราะห์ข้อมูล) สร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัญหา สร้างกฎเกณฑ์ ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ กระบวนการนี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. การคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้
 2. การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเทคโนโลยีเพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาก็ถูกต้องหรือเหมาะสม
 3. การนำข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 4. การดำเนินการในเรื่องจำนวน ข้อมูลและข้อสนเทศเกี่ยวกับกราฟและสถิติ นิพจน์พีชคณิตและสมการ และการแสดงแทนเรขาคณิต
 5. การสร้างแผนภาพ กราฟ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และการสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากสิ่งเหล่านั้น
 6. การใช้และการสลับที่ระหว่างการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 7. การสร้างข้อสรุปทั่วไปบนพื้นฐานของผลลัพธ์ที่เกิดจากการนำวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
 8. การสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ การอธิบายและการแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
3. การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
- นิยามของคำว่า ตีความ ในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นไปที่ความสามารถของแต่ละบุคคลในการสะท้อนวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาในโลกจริงซึ่งรวมถึงการแปลความหมายของวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับไปบริบทของปัญหา และตัดสินใจว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นเหตุเป็นผลและเข้ากันได้กับบริบทของปัญหาหรือไม่ บุคคลที่ใช้กระบวนการนี้อาจจะสร้างและสื่อสารคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา และการสะท้อนทั้งกระบวนการสร้างแบบจำลองและผลที่ได้
- กระบวนการประเภทนี้รวม “ตีความ” และ “ประเมิน” ไว้ด้วยกัน ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปบริบทโลกชีวิตจริง

2. การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง
3. ความเข้าใจในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และวิธีคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองอย่างไร เพื่อตัดสินว่าจะต้องปรับปรุงหรือนำผลไปใช้ในสถานการณ์ได้อย่างไร
4. การอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา
5. ความเข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิดคณิตศาสตร์และวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6. การวิจารณ์และระบุข้อจำลองที่ใช้แก้ปัญหา

2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ (Content) ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จัดเป็น 4 เรื่อง ได้แก่

1. การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships)

ธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นในมีความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับสภาพแวดล้อมเกิดขึ้นมากมายมหาศาล ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในระบบโดยส่งผลซึ่งกันและกัน ในหลายกรณีการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดขึ้นตามช่วงเวลา และบางกรณีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งหนึ่งหรือหลายๆ สิ่งไปเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอีกสิ่งหนึ่ง มีทั้งการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นเรื่องการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์จึงเกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงแบบต่าง ๆ และการรู้ว่าเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่ออธิบายและทำนายการเปลี่ยนแปลงนั้นได้อย่างไร ในทางคณิตศาสตร์การทำแบบจำลองของการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของฟังก์ชันและสมการที่เหมาะสม รวมถึงการคิดการตีความ และการแปลความตัวแทนความสัมพันธ์ในเชิงคณิตศาสตร์และกราฟด้วยการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ พบได้ในหลายเรื่อง เช่น การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ดนตรี วัฏจักรของฤดูกาล แบบแผนของสภาพอากาศ ระดับการจ้างงาน และสถานะเศรษฐกิจ ในมุมมองของเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นไปตามหลักสูตรในเรื่องฟังก์ชันและพีชคณิต ได้แก่ นิพจน์ทางพีชคณิต สมการและอสมการ การแสดงรูปตารางและกราฟ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างคำอธิบาย การสร้างแบบจำลองและการตีความการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2. ปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape)

ปริภูมิและรูปทรงสามมิติครอบคลุมปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ทุกหนทุกแห่งในโลกที่เราสามารถเห็นได้และเป็นทางกายภาพ ได้แก่ แบบรูป สมบัติของวัตถุ ตำแหน่งและทิศทาง การแสดงแทนวัตถุ การเข้ารหัสและถอดรหัสของสาระที่มองเห็นจากภาพได้ การนำทาง และ

ปฏิสัมพันธ์ของกลศาสตร์กับรูปร่างและการแทน เราคาดคิดเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับปริภูมิและรูปทรงแต่เนื้อหาเรื่องนี้เกินกว่าสาระของวิชาเรขาคณิต ทั้งในเนื้อหา ความหมายและวิธีการ ซึ่งจะขยายกว้างไปถึงเรื่องการมองเห็นภาพเชิงปริภูมิ การวัดขนาด และพีชคณิต

PISA ถือว่าความเข้าใจแนวคิดหลักและทักษะเป็นสิ่งสำคัญของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับปริภูมิและรูปทรง โดยการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องปริภูมิและรูปทรงประกอบด้วย การดำเนินการขอบข่ายต่าง ๆ เช่น ความเข้าใจภาพวาดที่มีสัดส่วนที่มองเห็น เช่น การวาดภาพ การสร้าง และอ่านแผนที่ การเปลี่ยนรูปร่างโดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี การตีความมุมมองภาพสามมิติจากมุมมองต่าง ๆ ที่มองเห็น และการสร้างสัญลักษณ์ของรูปทรง

3. ปริมาณ (Quantity)

ปริมาณเป็นเรื่องที่พบได้มากที่สุด และเป็นเรื่องทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในโลกรของเรา ซึ่งรวมถึงเรื่องของจำนวนที่มาจากวัตถุ ความสัมพันธ์ สถานการณ์และกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ในโลก ความเข้าใจการแสดงแทนปริมาณในรูปแบบต่าง ๆ และการตัดสินใจจากการตีความและข้อโต้แย้งเชิงปริมาณ การมีส่วนร่วมในเรื่องเกี่ยวกับปริมาณต้องมีความเข้าใจในเรื่อง การวัดขนาด การนับ ขนาด หน่วยนับ ตัวชี้วัด การเปรียบเทียบขนาด และแนวโน้มและแบบรูปเชิงตัวเลข นอกจากนี้การให้เหตุผลเชิงปริมาณ เช่น ความรู้สึกเชิงจำนวน การแสดงจำนวนด้วยวิธีการต่าง ๆ การคำนวณอย่างฉลาด การคิดเลขในใจ การประมาณค่าและการประเมินผลลัพธ์อย่างมีเหตุผล ล้วนเป็นสิ่งจำเป็นของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ด้านปริมาณ การแสดงปริมาณเป็นวิธีขั้นพื้นฐานสำหรับการพรรณนาและการวัดสิ่งต่าง ๆ ช่วยในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ การอธิบายและการปรับปรุงในเรื่องปริภูมิและรูปทรง การจัดการและการตีความข้อมูล รวมทั้งการวัดและการประเมินความไม่แน่นอน ดังนั้นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในเนื้อหาปริมาณ จึงเป็นการนำความรู้เรื่องจำนวนและการดำเนินการไปใช้ในเป้าหมายต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง

4. ความไม่แน่นอนและข้อมูล (Uncertainty and Data)

เรื่องความไม่แน่นอนมีอยู่ในวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ความไม่แน่นอนจึงเป็นปรากฏการณ์ที่เป็นหัวใจของการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย โดยทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ กับเทคนิคของการพรรณนาและการนำเสนอข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อจัดการกับเรื่องนี้ เนื้อหาเรื่องความไม่แน่นอนและข้อมูลนี้ รวมถึงการรู้ว่าตำแหน่งใดที่มีการแปรผันในกระบวนการ มีการรับรู้ถึงปริมาณในการแปรผัน การรับรู้ถึงความไม่แน่นอนและความผิดพลาดจากการวัด และความรู้ในเรื่องของโอกาสที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังรวมถึงการคิด การตีความ และการประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนเป็นจุดสำคัญ การนำเสนอและการตีความข้อมูลเป็นแนวคิดหลักของเนื้อหาประเภทนี้ ความไม่

แน่นอนและข้อมูลพบได้ในการทำนายทางวิทยาศาสตร์ การสำรวจความคิดเห็น การพยากรณ์อากาศ และแบบแผนเศรษฐกิจ การมีความแปรผันในกระบวนการผลิต การหาผลคะแนนสอบและการสำรวจ และโอกาส ซึ่งเป็นพื้นฐานที่มีอยู่ในกิจกรรมสันตนาการของแต่ละคน เรื่องความน่าจะเป็นและสถิติในหลักสูตรโดยทั่วไปจะหมายถึงการพรรณนา การสร้างตัวแบบและการตีความความไม่แน่นอนของปรากฏการณ์นั้น และการนำไปอ้างอิง นอกจากนี้การแก้ปัญหาที่อยู่ในเนื้อหาประเภทยังรวมถึงการรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิต เช่น การแสดงแทนด้วยกราฟและสัญลักษณ์

3. สถานการณ์หรือบริบท (Context) ที่ปัญหานั้นตั้งอยู่ ลักษณะสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ การที่คณิตศาสตร์ได้เข้าไปเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทหนึ่ง ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่มีปัญหานั้นตั้งอยู่ PISA 2015 ได้จัดประเภทของบริบทออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. บริบทส่วนตัว (Personal) คำถามที่จัดอยู่ในประเภทนี้จะเน้นที่กิจกรรมของคนๆ หนึ่ง ครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อน อาจจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหาร การซื้อของ การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล การเดินทาง กีฬา การท่องเที่ยว การจัดตารางเวลาส่วนบุคคล และการเงินส่วนบุคคล

2. บริบททางการงานอาชีพ (Occupational) คำถามที่จัดอยู่ในประเภทนี้เน้นที่งานที่มีในชีวิตจริง เช่น การวัดขนาด ค่าใช้จ่าย และการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำหนดการ/รายการสินค้า การออกแบบ/สถาปัตยกรรม และอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ บริบทเกี่ยวกับอาชีพอาจจะมีเกี่ยวข้องตั้งแต่่งานที่ใช้แรงงานโดยไม่ได้ต้องใช้ทักษะ จนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

3. บริบททางสังคม (Societal) คำถามที่จัดอยู่ในประเภทนี้เน้นที่ชุมชนหนึ่งๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครอง นโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐกิจ แม้ว่าจะเป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับเรื่องส่วนบุคคล แต่บริบททางสังคมเน้นการมองปัญหานั้นในภาพรวมของสังคม

4. บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific) คำถามที่จัดอยู่ในประเภทนี้เกี่ยวข้องกับ การนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง และประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศหรือประเทศ ระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์ พันธุกรรม การวัดและทุกสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

จากการคนควาเอกสารข้างต้นผู้วิจัย สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่จะวัดผู้เรียนสำหรับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยอ้างอิงของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560a) ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process) คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลใน

การคิด การใช้ และการตีความคณิตศาสตร์ ซึ่งอธิบายสิ่งที่แต่ละคนทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหา กับคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหา แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการดังนี้

1.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการรู้และกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาหรือสถานการณ์ นั่นคือการนำคณิตศาสตร์ที่จำเป็นมาวิเคราะห์ สร้างแนวทางแก้ปัญหา แปลงปัญหาจากสถานการณ์ให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

1.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ ข้อเท็จจริง วิธีการดำเนินการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่แต่ละคนแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลลัพธ์และค้นหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการสะท้อนวิธีการแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาในโลกจริง การแปลความหมายของวิธีการแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับไปบริบทของปัญหา และตัดสินว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นเหตุเป็นผลและเข้ากันได้กับบริบทของปัญหาหรือไม่

2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ คือ เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โครงสร้างการประเมินคณิตศาสตร์ครอบคลุมเนื้อหา 4 ได้แก่

2.1 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ คือ ความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงแบบต่าง ๆ ในทางคณิตศาสตร์การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของฟังก์ชันและสมการที่เหมาะสม รวมถึงการคิด การตีความ และการแปลความตัวแทนความสัมพันธ์ในเชิงคณิตศาสตร์และกราฟ การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ในมุมมองของเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นไปตามหลักสูตรในเรื่องฟังก์ชันและพีชคณิต ได้แก่ นิพจน์ทางพีชคณิต สมการและอสมการ การแสดงรูปตารางและกราฟ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างคำอธิบาย การสร้างแบบจำลองและการตีความการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2.2 ปริภูมิและรูปทรง คือ แบบรูป สมบัติของวัตถุ ตำแหน่งและทิศทาง การแสดงแทนวัตถุ การเข้ารหัสและถอดรหัสของสาระที่มองเห็นจากภาพได้ การนำทาง และการแทนเรขาคณิตเป็นพื้นฐานที่จำเป็น การวัดขนาด พีชคณิต ความเข้าใจภาพวาดที่มีสัดส่วนที่มองเห็น เช่น การวาดภาพ การสร้าง และอ่านแผนที่ การเปลี่ยนรูปร่างโดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี การตีความมุมมองภาพสามมิติจากมุมมองต่าง ๆ ที่มองเห็น และการสร้างสัญลักษณ์ของรูปทรง

2.3 ปริมาณ คือ จำนวน ซึ่งเป็นเรื่องทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในโลกรของเรา ซึ่งรวมถึงเรื่องของจำนวนที่มาจากวัตถุ ความสัมพันธ์ สถานการณ์และกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ในโลก ความเข้าใจการแสดงแทนปริมาณในรูปแบบต่าง ๆ ในเรื่องเกี่ยวกับปริมาณต้องมีความเข้าใจในเรื่องการวัดขนาด การนับ ขนาด หน่วยนับ การเปรียบเทียบขนาดและแนวโน้ม แบบรูปเชิงตัวเลข ความรู้สึกเชิงจำนวน การแสดงจำนวนด้วยวิธีการต่าง ๆ การคำนวณ การคิดเลขในใจ การประมาณค่าและการประเมินผลลัพธ์อย่างมีเหตุผล

2.4 ความไม่แน่นอนและข้อมูล คือ ความน่าจะเป็น สถิติ โอกาสที่จะเกิดขึ้น การรับรู้ถึงปริมาณในการแปรผัน การรับรู้ถึงความไม่แน่นอนและความผิดพลาดจากการวัด การคิด การตีความ และการประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนที่เป็นจุดสำคัญ ความไม่แน่นอนและข้อมูลพบได้ในการทำนายทางวิทยาศาสตร์ การสำรวจความคิดเห็น การพยากรณ์อากาศ การหาผลคะแนนสอบและการสำรวจ

3. สถานการณ์หรือบริบท คือ สถานการณ์ที่ปัญหานั้นตั้งอยู่ ที่ใช้คณิตศาสตร์เข้าไปแก้ปัญหาที่อยู่ในสถานการณ์หรือบริบทนั้น ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่มีปัญหานั้นตั้งอยู่ได้จัดประเภทของบริบทออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

3.1 บริบทส่วนตัว คือ คำถามที่จัดอยู่ในกิจกรรมของคนๆ หนึ่ง ครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อน อาจจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหาร การซื้อของ การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล การเดินทาง กีฬา การท่องเที่ยว การจัดตารางเวลาส่วนบุคคล และการเงินส่วนบุคคล

3.2 บริบททางการงานอาชีพ คือ คำถามที่จัดอยู่ในงานที่มีในชีวิตจริง เช่น การวัดขนาด ค่าใช้จ่าย และการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำแผนการ/รายการสินค้า การออกแบบ/สถาปัตยกรรม และอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ บริบทเกี่ยวกับอาชีพอาจมีความเกี่ยวข้องตั้งแต่งานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะ จนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

3.3 บริบททางสังคม คือ คำถามที่จัดอยู่ในชุมชนหนึ่งๆ ไม่ว่าจะในระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครอง นโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐกิจ แม้ว่าจะเป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับเรื่องส่วนบุคคล แต่บริบททางสังคมเน้นการมองปัญหานั้นในภาพรวมของสังคม

3.4 บริบททางวิทยาศาสตร์ คือ คำถามที่เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ใน ชีวิตจริง และประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศหรือประเทศ ระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์ พันธุกรรม การวัดและทุกสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

5. การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

นักวิชาการศึกษาและองค์กรได้ กล่าวถึงการประเมินผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Steen and Other (2007) กล่าวว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นภาระงานทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพสูง ต้องเป็นจริง (Authentic) มีความซับซ้อน (Intricate) น่าสนใจ (Interesting) และมีพลังอำนาจ (Powerful) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ เป็นจริง (Authentic) แสดงถึงบริบทที่พบโดยทั่วไปเป็นปัญหาที่เป็นจริง ใช้ข้อมูลจริง ซึ่งข้อมูลอาจไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ หรือไม่สอดคล้องกัน ต้องสนองความคาดหวังของผู้ใช้งานคณิตศาสตร์ ใช้ปัจจัยป้อนเข้า และผลลัพธ์ที่เป็นจริง ซึ่งทั้งหมดนี้สะท้อนถึงการบูรณาการคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ให้มีความซับซ้อน (Intricate) คาดหวังให้นักเรียนระบุนิยามที่ถูกต้อง ต้องการมากกว่าการแทนค่าลงในสูตร ใช้กระบวนการหลายขั้นตอน และการใช้เหตุผล กระตุ้นการคิดที่ซับซ้อน ให้นักเรียนเผชิญกับข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่สอดคล้องกัน และสร้างคุณค่าของการทำงานเป็นทีมที่น่าสนใจ (Interesting) สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน ดึงดูดนักเรียนได้จำนวนมาก ให้แนวทางที่หลากหลาย มีความเชื่อมโยงในแง่มุมต่าง ๆ ของชีวิต และการทำงานอย่างกว้างขวางมีพลังอำนาจ (Powerful) กระตุ้นและเชื่อมโยงแผนภูมิจำนวน สัญลักษณ์ ข้อความ และเทคโนโลยี บูรณาการในแนวตั้ง จากความคิดพื้นฐานไปจนถึงหัวเรื่องขั้นสูง ส่งเสริมคณิตศาสตร์ขั้นสูงให้แก่นักเรียน ขยายความคิดทางคณิตศาสตร์ คุณค่าและการใช้งานคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียน แสดงถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ ในการทำงานยุคปัจจุบันที่มีความก้าวหน้า และในประจำวัน

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) ได้กล่าวว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ OECD/PISA ก็เพื่อจะศึกษาว่าเยาวชนกลุ่มอายุ 15 ปี จะสามารถเป็นประชาชนที่รับรู้สารมีข้อมูลข่าวสาร และเป็นผู้บริโภคที่ฉลาดเพียงใด และสามารถนำสิ่งที่ได้ศึกษาเล่าเรียนในโรงเรียนไปใช้ในสถานการณ์ที่จะต้องพบเจอในชีวิตจริงได้หรือไม่อย่างไร ขอบเขตของคณิตศาสตร์ครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ด้านด้วยกันได้แก่ สถานการณ์หรือบริบทที่ปัญหานั้นตั้งอยู่ (Situation on context) เนื้อหาคณิตศาสตร์ (Mathematical content) ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ควรได้รับการกระตุ้นเราให้สามารถเชื่อมต่อกับโลกจริง ๆ ที่ปัญหานั้นเกิดขึ้นโดยใช้คณิตศาสตร์และให้สามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้คณิตศาสตร์นั้น ๆ

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมินผลของ OECD/PISA เน้นความสำคัญให้เยาวชนพัฒนาสติปัญญาที่จะใช้คณิตศาสตร์ไปตามบริบทหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เคยได้เรียนมาจากโรงเรียน บุคคลที่รู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือคนที่สามารถใช้

เหตุผลและผลทางคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดวิธีการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อบอกอธิบาย และคาดการณ์หรือพยากรณ์เรื่องราวหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เผชิญหน้าได้ กรอบการประเมินผลคณิตศาสตร์ของ PISA 2012 ประกอบไปด้วย 3 หมวดใหญ่ ได้แก่ หมวดบริบท หมวดเนื้อหาสาระ และหมวดกระบวนการ ซึ่งหมวดบริบท ประกอบด้วย บริบทส่วนตัว บริบททางสังคม บริบทการทำงานอาชีพ และบริบทของคณิตศาสตร์ในวงการวิทยาศาสตร์ หมวดเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ ครอบคลุม การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริมาณ ความไม่แน่นอนและข้อมูล และปริภูมิและรูปทรง หมวดกระบวนการคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ คือ ทำสถานการณ์ในชีวิตจริงให้เป็นสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา และการตีความและแปลความ เพื่อประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์และดูความสอดคล้องกับปัญหาในบริบท

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), (2560a) ได้กล่าวว่า การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA ให้ความสำคัญกับปัญหาในชีวิตจริง เนื่องจากประชาชนทุกวันนี้ต้องเผชิญหน้ากับกิจกรรมประจำวันที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เช่น เรื่องปริมาณ รูปทรง มิติ ความน่าจะเป็น และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ อีกมากมาย PISA จึงต้องการให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการดำเนินชีวิต โดยให้นักเรียนระบุสถานการณ์ที่สำคัญของปัญหา กระตุ้นให้หาข้อมูล สำรวจตรวจสอบ และนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ทักษะการคิดและการให้เหตุผล การโต้แย้ง การสื่อสาร การสร้างตัวแบบ การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา การนำเสนอ การใช้สัญลักษณ์และการดำเนินการ ในการแก้ปัญหานักเรียนต้องใช้ทักษะต่าง ๆ ที่หลากหลายมารวมกัน หรือใช้ทักษะหลายอย่างที่ทับซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน ทั้งนี้แนวโน้มของทุกอาชีพชี้บ่งว่า บุคคลต้องมีความสามารถที่จะเข้าใจ สื่อสาร ใช้และอธิบายแนวคิดและวิธีการที่ยึดถือการคิดแบบคณิตศาสตร์เป็นหลัก และกรอบการประเมินของ PISA 2015 เน้นที่การประเมินว่านักเรียนอายุ 15 ปี รู้เรื่องคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด นั่นคือ สามารถนำฐานความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ และเผชิญหน้ากับปัญหาในโลกจริงได้เพียงใด ใน PISA 2015 เป็นการประเมินในรูปแบบการทำข้อสอบด้วยคอมพิวเตอร์ต่างจากรอบที่ผ่านมาที่ทำข้อสอบด้วยการเขียนลงบนกระดาษ ขอบเขตการประเมินครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ด้าน เช่นเดียวกับกรอบการประเมินใน PISA 2012 ได้แก่ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื้อหาคณิตศาสตร์ และสถานการณ์หรือบริบท

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่าในการวิจัยครั้งนี้ การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็นการวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่าสามารถนำสิ่งที่ได้ศึกษาเล่าเรียนมา ไปใช้ในสถานการณ์ที่ผู้เรียนมีโอกาสที่จะต้องพบเจอในชีวิตจริงได้หรือไม่อย่างไร ขอบเขตการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ครอบคลุม 3 องค์ประกอบ โดยอ้างอิงของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2560a) ได้แก่ 1) กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2) เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และ 3) สถานการณ์หรือบริบท

6. ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

นักวิชาการศึกษาและองค์กรได้ กล่าวถึงระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554b) ได้กล่าวว่า PISA รายงานการตอบข้อสงสัยของนักเรียน โดยสร้างเครื่องมือบอกระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 6 ระดับ โดยใช้วิธี Item response modeling (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554b) บอกระดับของข้อสอบแต่ละข้อและสรุปออกมาเป็นระดับของการรู้เรื่องที่นักเรียนแสดงออกในการตอบข้อสอบรวมทั้งหมดของนักเรียน ดังตาราง 2

ตาราง 2 ลักษณะของภารกิจการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 6 ระดับ

ระดับ	ลักษณะของภารกิจการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ปฏิบัติ
6	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ใช้สาระและข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบของตนเองนำมาลงเป็นข้อสรุป และสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนออกมาสร้างเป็นตัวแบบคณิตศาสตร์ได้ - เชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ หรือจากการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ นำมาเชื่อมโยงระหว่างกันได้ - สามารถใช้เหตุผล และใช้ความคิดระดับสูงในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถเข้าใจและปฏิบัติภารกิจทางคณิตศาสตร์ - สามารถสร้างวิธีการคิดหรือกลยุทธ์ใหม่ในการจัดการกับปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยพบมาก่อน - นักเรียนสามารถสร้างสูตรคณิตศาสตร์จากแนวความคิดหรือข้อมูลที่มี - สามารถสื่อสารได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อบอกถึงสิ่งที่ตนพบ ดีความ แผลความ โต้แย้ง และอธิบายความสอดคล้องเหมาะสมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้กับสถานการณ์ที่เป็นมาตั้งแต่ต้น

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ	ลักษณะของภารกิจการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ปฏิบัติ
5	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - สร้างตัวแบบ และใช้ตัวแบบในเครื่องที่มีความซับซ้อน สามารถระบุบอกข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ สามารถเลือก เปรียบเทียบ และประเมินกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนที่สัมพันธ์กับตัวแบบ - นักเรียนที่ระดับ 5 สามารถใช้ทักษะความคิดและทักษะการใช้เหตุผลสามารถเชื่อมโยงการนำเสนอเสนอรูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์และลักษณะของโจทย์คณิตศาสตร์ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้าที่เป็นส่วนประกอบของสถานการณ์ - สามารถวิเคราะห์การทำงานของตน และสามารถสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถสื่อสารถึงการแปลความ ตีความ และการใช้เหตุผลของตนได้
4	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทำโจทย์คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีตัวแบบชัดเจน และเป็นสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งอาจมีข้อจำกัดบ้างหรือต้องมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นบ้าง - สามารถเลือกและผสมผสานรูปแบบต่าง ๆ ที่มีให้ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วย โดยนำมาเชื่อมโยงโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริง - นักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้ทักษะคณิตศาสตร์ที่พัฒนาแล้ว และสามารถใช้เหตุผลอย่างยืดหยุ่นได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ดี - สร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้ง และสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความ การโต้แย้ง และการกระทำของตน
3	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทำโจทย์ที่มีวิธีการที่บอกไว้ชัดเจน รวมทั้งโจทย์ที่ตัดสินใจเลือกลำดับขั้นตอนด้วย - เลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา - แปลความและใช้สถานการณ์ที่นำเสนอมาจากหลายแหล่ง และสามารถให้เหตุผลได้ตามแหล่งที่มีนั้น ๆ สามารถสร้างคำอธิบาย หรือรายงานการตีความ แปลความนั้น ๆ - แสดงการใช้เหตุผลได้ และสามารถบอกสื่อสารผลที่เกิดขึ้น

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับ	ลักษณะของภารกิจการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ปฏิบัติ
2	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตีความและรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อน ที่ต้องการการอ้างอิงไม่เกินสองตัว - สกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งตัว และสามารถใช้สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่ายขั้นเดียว - นักเรียนระดับนี้สามารถใช้วิธีการคิด สูตรคณิตศาสตร์วิธีการ หรือข้อตกลงเบื้องต้นสามารถใช้เหตุผลตรงไปตรงมาและตีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมา
1	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคยที่มีข้อมูลให้ชัดเจน และคำถามต้องถามอย่างชัดเจน - ระบุสาระที่ต้องการและสามารถทำโจทย์แบบเดิม ที่คุ้นเคย ที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน - ทำโจทย์ตามตัวอย่างที่กำหนดให้ได้

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้กล่าวว่า PISA 2012 นิยามความรู้และทักษะคณิตศาสตร์เป็นระดับสมรรถนะ 6 ระดับ เช่นเดียวกับใน PISA 2003 แต่ลักษณะสำคัญที่นักเรียนแต่ละระดับรู้และทำได้มีการปรับเปลี่ยนบ้างตามกระบวนการของคณิตศาสตร์และข้อสอบที่พัฒนาใหม่ใน PISA 2012 และสรุปลักษณะภารกิจคณิตศาสตร์ตามสมรรถนะระดับต่าง ๆ ดังตาราง 3

พูนุ ปณ ทิโต ชีเว

ตาราง 3 ลักษณะภารกิจคณิตศาสตร์ตามสมรรถนะระดับต่าง ๆ

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
6	<p>นักเรียนที่ระดับ 6 สามารถทำข้อสอบที่ยากที่สุดของ PISA 2012 ได้ถูกต้อง นักเรียนสามารถสร้างกรอบความคิด สร้างข้อสรุปและสาระบนฐานของข้อมูลการสำรวจ ตรวจสอบและการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ที่ซับซ้อนของปัญหาและสามารถใช้ความรู้ในบริบทที่ไม่เคยชินและไม่เป็นไปตามแบบแผนที่มีมาก่อนสามารถเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลและสัญลักษณ์ต่าง ๆ อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงและปรับใช้อย่างคล่องแคล่ว</p> <p>นักเรียนที่ระดับนี้ มีความสามารถในการคิดและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปร ความเข้าใจคณิตศาสตร์การใช้สัญลักษณ์ การดำเนินการ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาสร้างวิธีการและกลยุทธ์ใหม่สำหรับการแก้ปัญหาในวิธีใหม่ นักเรียนสามารถสะท้อนความเห็น การกระทำ และสามารถสื่อสารความเห็นและการกระทำที่ตนค้นพบ ดีความ และโต้แย้งได้ชัดเจน แม่นยำ อีกทั้งยังสามารถอธิบายถึงสาเหตุที่ได้ใช้การกระทำนั้น ๆ มาตั้งแต่ต้น</p>
5	<p>นักเรียนที่ระดับ 5 สามารถสร้างและใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ตัวแบบสำหรับปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน นักเรียนสามารถระบุออกข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ สามารถเลือก เปรียบเทียบและประเมินถึงกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนที่เชื่อมโยงกับตัวแบบ สามารถใช้ทักษะการคิดและทักษะการใช้เหตุผล สามารถเชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์และลักษณะของโจทย์คณิตศาสตร์และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้าที่เป็นส่วนของสถานการณ์ สามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตน และสามารถสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์และสามารถสื่อสารการแปลความ ดีความ และการใช้เหตุผลของตนให้เป็นที่เข้าใจได้</p>
4	<p>นักเรียนที่ระดับ 4 สามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบชัดเจน แต่อยู่ในสถานการณ์ค่อนข้างซับซ้อน และอาจมีข้อจำกัดเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือต้องมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นบ้าง นักเรียนสามารถเลือกการนำเสนอแบบต่าง ๆ หลายแบบรวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วยหรือใช้ผสมกันได้ โดยนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในโลกจริง สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่จำกัด และสามารถใช้เหตุผลได้ และ</p>

ตาราง 3 (ต่อ)

ระดับ	นักเรียนทำอะไรได้บ้าง
	มองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรในสถานการณ์ตรง ๆ ที่ไม่ซับซ้อน สามารถสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง และสามารถสื่อสารสิ่งที่สร้างขึ้นให้เป็นที่เข้าใจได้ สามารถสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้ง และสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความ การโต้แย้ง และการกระทำของตน
3	นักเรียนที่ระดับ 3 สามารถทำโจทย์ตามตัวอย่างหรือวิธีการที่บอกไว้ชัดเจนรวมทั้งโจทย์ที่ต้องเลือกลำดับขั้นตอนด้วย สามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา สามารถตีความ แปลความและใช้สถานการณ์ที่มีมาจากหลายแหล่ง รวมทั้งสามารถใช้ความเป็นเหตุเป็นผลของแหล่งที่มาอื่น ๆ ได้ สามารถสร้างคำอธิบาย รายงานการตีความ และแปลความนั้น ๆ และสามารถสื่อสารผลที่เกิดขึ้นได้
2	นักเรียนที่ระดับ 2 สามารถตีความ แปลความ และรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนที่ต้องการตัวอ้างอิงไม่เกินสองตัว สามารถสกัดสาระ สำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียว และสามารถใช้สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่าย ๆ เพียงชั้นเดียว นักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้วิธีการคิดสูตรคณิตศาสตร์ สามารถคิดวิธีการ หรือข้อตกลงเบื้องต้น สามารถใช้ความเป็นเหตุเป็นผลแบบตรง ๆ และตีความผลที่พบโดยตรงไปตรงมา นักเรียนที่รู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ระดับ 2 ถือว่าเป็นระดับพื้นฐานต่ำสุดที่ควรจะมี (Minimum requirement) ที่เป็นระดับที่แสดงว่านักเรียนพอจะใช้ประโยชน์คณิตศาสตร์ในชีวิตได้ในระดับเริ่ม
1	นักเรียนที่ระดับ 1 สามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่เคยพบมาก่อนหรือที่คุ้นเคยและมีข้อมูลชัดเจนให้ และคำถามที่ถามตรง ๆ อย่างชัดเจน สามารถระบุสาระที่ต้องการและสามารถทำโจทย์แบบที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน และสามารถทำโจทย์ตามอย่างที่กำหนดให้ได้
ต่ำกว่าระดับ 1	นักเรียนที่ต่ำกว่าระดับ 1 อาจทำภารกิจคณิตศาสตร์ที่ตรงไปตรงมาได้ เป็นต้นว่าอ่านค่าจากตารางหรือแผนภูมิที่มีข้อความกำกับที่ตรงกับข้อความในตัวเรื่องและในคำถาม ตัวเลือกจึงชัดเจน หรือสามารถคิดเลขจำนวนเต็มจากโจทย์ที่เขียนแบบตัวอย่างชัด ๆ ได้

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้กล่าวว่า ใน PISA 2003 และ PISA 2012 มีคณิตศาสตร์เป็นการประเมินหลัก และแบ่งระดับความสามารถหรือความชำนาญในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันออกเป็น 6 ระดับ เช่นเดียวกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยระดับ 6 เป็นระดับสูงสุด และระดับ 2 ถือเป็นระดับพื้นฐานที่นักเรียนวัยนี้ควรจะต้องรู้เพื่อที่จะสามารถใช้ประโยชน์จากคณิตศาสตร์ได้ ระดับ 3 และ 4 จัดเป็นระดับปานกลาง ส่วนระดับ 5 และ ระดับ 6 ถือเป็นระดับสูง และนักเรียนที่รู้เรื่องคณิตศาสตร์ระดับพื้นฐานขึ้นไปคือนักเรียนที่รู้เรื่องคณิตศาสตร์ในระดับ 2 ระดับ 3 ระดับ 4 ระดับ 5 และระดับ 6 แต่ที่ต่ำกว่าระดับ 2 ถือว่ายังรู้คณิตศาสตร์ไม่ถึงระดับพื้นฐานและไม่เพียงพอที่จะใช้ประโยชน์จากคณิตศาสตร์ได้ และสรุประดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังตาราง 4

ตาราง 4 ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ระดับ	ที่ระดับนี้ นักเรียนสามารถ
6	ที่ระดับ 6 นักเรียนสามารถทำข้อสอบที่ยากที่สุดของ PISA ได้ถูกต้อง นักเรียนสามารถสร้างกรอบความคิด สร้างข้อสรุปและสาระบนฐานของข้อมูลการสำรวจตรวจสอบและการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ที่ซับซ้อนของปัญหา และสามารถใช้ความรู้ในบริบทที่ไม่เคยชินและไม่เป็นไปตามแบบแผนที่มีมาก่อน สามารถเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลและสัญลักษณ์ต่าง ๆ อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงและปรับใช้อย่างคล่องแคล่ว นักเรียนที่ระดับนี้ มีความสามารถในการคิดและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปร ความเข้าใจคณิตศาสตร์การใช้สัญลักษณ์ การดำเนินการและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างวิธีการและกลยุทธ์ใหม่สำหรับการแก้ปัญหาในวิธีใหม่ นักเรียนสามารถสะท้อนความเห็น การกระทำ และสามารถสื่อสารความเห็นและการกระทำที่ตนค้นพบ ดีความ และได้แย้งได้ชัดเจนแม่นยำ อีกทั้งยังสามารถอธิบายถึงสาเหตุที่ได้ใช้การกระทำนั้น ๆ มาตั้งแต่ต้น
5	ที่ระดับ 5 นักเรียนสามารถสร้างและใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) สำหรับปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน นักเรียนสามารถระบุข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ สามารถเลือก เปรียบเทียบและประเมินถึงกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนที่เชื่อมโยงกับตัวแบบ สามารถใช้ทักษะการคิดและทักษะการใช้เหตุผล สามารถเชื่อมโยงการนำเสนอ

ตาราง 4 (ต่อ)

ระดับ	ที่ระดับนี้ นักเรียนสามารถ
	รูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์และลักษณะของโจทย์คณิตศาสตร์ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้าที่เป็นส่วนของสถานการณ์ สามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตน สามารถสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถสื่อสารการแปลความ ตีความ และการใช้เหตุผลของตนให้เป็นที่เข้าใจได้
4	ที่ระดับ 4 นักเรียนสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบชัดเจน แต่อยู่ในสถานการณ์ค่อนข้างซับซ้อน และอาจมีข้อจำกัดเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือต้องมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นบ้าง นักเรียนสามารถเลือกการนำเสนอแบบต่าง ๆ หลายแบบรวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วยหรือใช้ผสมกันได้ โดยนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในโลกจริง สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่จำกัด และสามารถใช้เหตุผลได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรในสถานการณ์ตรง ๆ ที่ไม่ซับซ้อน สามารถสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง และสามารถสื่อสารสิ่งที่สร้างขึ้นให้เป็นที่เข้าใจได้ โดยสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความ การโต้แย้ง และการกระทำของตน
3	ที่ระดับ 3 นักเรียนสามารถทำโจทย์ตามตัวอย่างหรือวิธีการที่บอกไว้ชัดเจน รวมทั้งโจทย์ที่ต้องเลือกลำดับขั้นตอนด้วย สามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา สามารถตีความ แปลความและใช้สถานการณ์ที่มีมาจากหลายแหล่ง รวมทั้งสามารถใช้ความเป็นเหตุเป็นผลของแหล่งที่มาอื่น ๆ ได้ สามารถสร้างคำอธิบายรายงานการตีความ และแปลความนั้น ๆ และสามารถสื่อสารผลที่เกิดขึ้นได้
2	ที่ระดับ 2 นักเรียนสามารถตีความ แปลความ และรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนที่ต้องการตัวอ้างอิงไม่เกินสองตัว สามารถสกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียว และสามารถใช้สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่าย ๆ เพียงชั้นเดียว นักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้วิธีการคิดสูตรคณิตศาสตร์ สามารถคิดวิธีการ หรือข้อตกลงเบื้องต้นสามารถใช้ความเป็นเหตุเป็นผลแบบตรง ๆ และตีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมา ระดับ 2 ถือว่าเป็นระดับพื้นฐานที่ควรจะมี (Minimum requirement) เป็นระดับที่แสดงว่านักเรียนพอจะใช้ประโยชน์จากคณิตศาสตร์ในชีวิตได้ในระดับเริ่มต้น

ตาราง 4 (ต่อ)

ระดับ	ที่ระดับนี้ นักเรียนสามารถ
1	ที่ระดับ 1 นักเรียนสามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่เคยพบมาก่อนหรือที่คุ้นเคยและมีข้อมูลชัดเจนให้ และคำถามที่ถามตรง ๆ อย่างชัดเจน สามารถระบุสาระที่ต้องการและสามารถทำโจทย์แบบที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน และสามารถทำโจทย์ตามอย่างที่กำหนดให้ได้

จากการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยสรุปได้ว่า ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนแบ่งออกได้ 6 ระดับ ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับแก้คำอธิบายของแต่ละระดับเพื่อให้สอดคล้องกับงานวิจัยของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยจะประเมินระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากใบกิจกรรมและใบงาน และ PISA ได้กำหนดให้ระดับ 2 ถือเป็นระดับพื้นฐานที่นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการตีความและรู้สถานการณ์สามารถทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อนได้ ซึ่งเป็นการเริ่มใช้ประโยชน์จากความรู้คณิตศาสตร์ได้ในชีวิตจริง และผู้วิจัยได้สรุประดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังตาราง 5

ตาราง 5 ระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ระดับ	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก
6	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถสร้างกรอบความคิด สร้างข้อสรุป และการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ของปัญหาที่ซับซ้อน และสามารถใช้ความรู้ในบริบทที่ไม่คุ้นเคยได้ - นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลและสัญลักษณ์ต่าง ๆ อีกทั้งสามารถตีความระหว่างข้อมูลนั้นได้ - นักเรียนมีความสามารถในการคิดและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนสามารถใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปร ความเข้าใจการใช้สัญลักษณ์ การดำเนินการ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างวิธีการและกลยุทธ์ใหม่สำหรับการแก้ปัญหาในวิธีใหม่ได้

ตาราง 5 (ต่อ)

ระดับ	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก
	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถสะท้อนความคิดเห็นของการกระทำ และสามารถสื่อสารความคิดเห็นของการกระทำที่ตนค้นพบ ดีความ และได้แย้งได้ชัดเจนแม่นยำ อีกทั้งยังสามารถอธิบายถึงสาเหตุที่ได้ใช้การกระทำนั้น ๆ ได้
5	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถสร้างและใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) สำหรับปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ - นักเรียนสามารถระบุบอกข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ สามารถเลือก เปรียบเทียบและประเมินถึงกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนที่เชื่อมโยงกับตัวแบบนั้นได้ - นักเรียนสามารถใช้ทักษะการคิด การใช้เหตุผล การเชื่อมโยงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และมองเห็นความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ได้-นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตน สามารถสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถสื่อสาร แปลความ ดีความ และการใช้เหตุผลของตนให้เป็นที่เข้าใจได้
4	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบชัดเจน แต่อยู่ในสถานการณ์ค่อนข้างซับซ้อนได้ - นักเรียนสามารถเลือกการนำเสนอแบบต่าง ๆ หลายแบบ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วย หรือใช้ผสมกันได้ โดยนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในโลกจริง - นักเรียนสามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่จำกัด และสามารถใช้เหตุผลได้ ตรวจสอบความสมเหตุสมผลกับบริบทในชีวิตจริงได้ อีกทั้งมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรในสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนได้ - นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้ง และสามารถสื่อสารสิ่งที่สร้างขึ้นให้เป็นที่เข้าใจได้ โดยสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความ การโต้แย้ง และการกระทำของตน
3	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถทำโจทย์ตามตัวอย่างหรือวิธีการที่บอกไว้ชัดเจน รวมทั้งโจทย์ที่ต้องเลือกลำดับขั้นตอนด้วย - นักเรียนสามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหาได้

ตาราง 5 (ต่อ)

ระดับ	พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก
	- นักเรียนสามารถตีความ แปลความและใช้สถานการณ์ที่มีมาจากแหล่งต่าง ๆ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลของแหล่งที่มา นั้น ๆ ได้ อีกทั้งสามารถสร้างคำอธิบาย รายงาน การตีความ และแปลความนั้น ๆ เพื่อสื่อสารผลที่เกิดขึ้นได้
2	- นักเรียนสามารถตีความ แปลความ และรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนได้ - นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความรู้จากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียว มาใช้ในสถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่าย ๆ เพียงขั้นเดียวได้ หรือทำโจทย์อย่างง่ายได้ - นักเรียนสามารถใช้วิธีการคิดสูตรคณิตศาสตร์ สามารถคิดวิธีการ สามารถใช้ความเป็นเหตุเป็นผลแบบตรงไปตรงมา และตีความผลลัพธ์ที่พบอย่างตรงไปตรงมาได้
1	- นักเรียนสามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่เคยพบมาก่อนหรือที่คุ้นเคยและมีข้อมูลให้อย่างชัดเจน และคำถามที่ถามตรง ๆ อย่างชัดเจนได้ - นักเรียนสามารถระบุสาระที่ต้องการและสามารถทำโจทย์แบบที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน - นักเรียนสามารถทำโจทย์ตามอย่างที่กำหนดให้

7. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ข้อสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

นักวิชาการศึกษาและองค์กรได้ กล่าวถึง ข้อสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554a) กล่าวว่า รูปแบบของข้อสอบมีผลกระทบไม่เหมือนกันต่อการตอบของนักเรียนต่างกลุ่ม และเนื่องจาก PISA ต้องทดสอบนักเรียนแตกต่างกันหลายกลุ่ม จึงพิจารณาในการสร้างข้อสอบโดยให้มีข้อสอบที่มีรูปแบบหลากหลายมากกว่าจะเป็นข้อสอบใดแบบหนึ่ง โดยเลือกให้มีข้อสอบหลายแบบ และเลือกให้แต่ละแบบมีจำนวนข้อใกล้เคียงกันได้แก่

1. สร้างคำตอบแบบเปิด
2. สร้างคำตอบแบบปิด
3. คำตอบแบบเลือกตอบ ทั้งเลือกตอบธรรมดา และเลือกตอบเชิงซ้อน

ตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงข้อสอบในกลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยงและมีคำตอบถูกข้อเดียวให้เลือกตอบ ในการแก้ปัญหาโจทย์ นักเรียนต้องแปลปัญหาในรูปของคณิตศาสตร์ สร้างตัวแบบขึ้นแทนธรรมชาติของปัญหาและขยายแบบรูปออกให้ตรงกับตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่ง

ตัวอย่าง 1 : แมวน้ำ

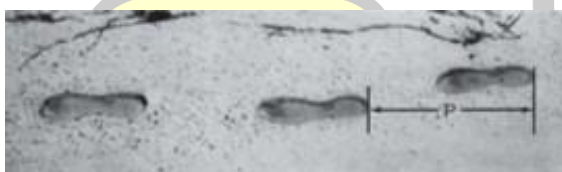
แมวน้ำต้องหายใจอยู่ตลอดเวลาแม้กระทั่งเวลาหลับ มาร์คสังเกตแมวน้ำอยู่ 1 ชั่วโมง พบว่าตอนเริ่มต้นสังเกต แมวน้ำดำลงไปก้นทะเลและเริ่มหลับ ในเวลา 8 นาที มันจะค่อยลอยตัวขึ้นมาที่ผิวน้ำทะเลและหายใจ ในเวลาอีก 3 นาที มันก็กลับลงไปสู่ก้นทะเลอีก กระบวนการทั้งหมดเกิดซ้ำ ๆ อยู่อย่างนี้ ตลอดเวลาที่สังเกต

คำถาม : หลังจากหนึ่งชั่วโมง แมวน้ำจะอยู่ในลักษณะใด

- ก. อยู่ที่ก้นทะเล
- ข. กำลังขึ้นมา
- ค. กำลังหายใจ
- ง. กำลังลงไปก้นทะเล

ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นตัวอย่างที่ต้องการเขียนตอบแบบเปิดที่เคยใช้ใน PISA 2003

ตัวอย่าง 2 : ก้าวเดิน



ภาพประกอบ 2 รอยเท้า

ในภาพเป็นรอยเท้าของชายคนหนึ่ง ซึ่งระยะทางจากรอยขอบสันเท้าหนึ่งไปถึงสันเท้าถัดไป เป็นความยาวของเท้า (P) สำหรับผู้ชาย ความสัมพันธ์ n และ P เป็นไปตามสูตร

$$\frac{n}{P} = 140 \quad \text{เมื่อ } n = \text{จำนวนครั้งของการก้าวในเวลาหนึ่งนาที}$$

P = ความยาวของก้าว (หน่วยเป็นเมตร)

ภาคภูมิทราบว่าก้าวของเขายาว 0.80 เมตร และสามารถใช้สูตรข้างต้นกับการก้าวเท้าของเขา

จงแสดงวิธีคำนวณหาอัตราเร็วของการเดินของภาคภูมิเป็นเมตรต่อนาที และเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง

.....

ข้อสอบ PISA มีประมาณหนึ่งในสามที่ต้องการคำตอบแบบเปิด การตรวจข้อสอบจึงต้องมีการตรวจโดยครูที่ได้รับการฝึกฝนมาแล้วอย่างดี และใช้คู่มือและเกณฑ์การให้รหัสคะแนนในการตรวจ ซึ่งในบางครั้งผู้ตรวจให้รหัสคะแนนมีความเห็นไม่ตรงกัน จึงต้องใช้การตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญมืออาชีพเพิ่มเติมด้วย PISA จึงต้องมีการศึกษาเพื่อตรวจสอบ Reliability ของการตรวจด้วยว่ามีความตรงกันมากหรือน้อยเพียงใด

เนื่องจาก PISA นิยามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ประการหนึ่งคือการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ PISA จึงมีนโยบายให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขและเครื่องมืออื่น ๆ ในการสอบ เหมือนกับที่ผู้ใช้ในโรงเรียน ทั้งนี้เพราะตามสภาพจริงในโลก การใช้เครื่องมือเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นอยู่เป็นประจำแล้ว นักเรียนที่ไม่ได้ใช้เครื่องมือ จึงอาจจะเสียเปรียบอยู่บ้างในการทำข้อสอบ

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า รูปแบบของข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบที่ใช้วัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อสอบเลือกตอบ ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน ข้อสอบเขียนตอบอิสระ ข้อสอบเขียนตอบแบบปิด ข้อสอบเขียนตอบสั้นๆ และเนื้อหาที่สอบประกอบด้วยจำนวน เรขาคณิต พีชคณิต-ฟังก์ชันสถิติ ความน่าจะเป็นและวิยุตคณิต นักเรียนแต่ละคนจะได้ข้อสอบต่างฉบับกันซึ่งใช้เวลาทำข้อสอบ 2 ชั่วโมง เนื่องจากรูปแบบของข้อสอบมีผลกระทบไม่เหมือนกันต่อการตอบสนองของนักเรียนต่างกลุ่ม และ PISA ต้องทดสอบนักเรียนแตกต่างกันหลายกลุ่ม จึงพิจารณาในการสร้างข้อสอบที่มีรูปแบบหลากหลายมากกว่าจะเป็นข้อสอบแบบใดแบบหนึ่ง โดยเลือกให้มีข้อสอบหลายแบบ และเลือกให้แต่ละแบบมีจำนวนข้อใกล้เคียงกันได้แก่

1. ข้อสอบเลือกตอบ
2. ข้อสอบเขียนตอบอิสระ
3. ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน
4. ข้อสอบเขียนตอบแบบปิด
5. ข้อสอบเขียนตอบสั้นๆ

ตัวอย่างข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในแต่ละลักษณะเป็นดังนี้

1. ข้อสอบเลือกตอบ

ตัวอย่างข้อสอบเลือกตอบแสดงข้อสอบในกลุ่มสมรรถนะการเชื่อมโยงและมีคำตอบถูกข้อเดียวให้เลือกตอบ ในการแก้ปัญหาโจทย์ นักเรียนต้องแปลปัญหาในรูปของคณิตศาสตร์ สร้างตัวแบบขึ้นแทนธรรมชาติของปัญหาและขอบเขตแบบรูปให้ตรงกับตัวเลือกใดตัวหนึ่ง

ตัวอย่างที่ 1 : แมวน้ำ

แมวน้ำต้องหายใจอยู่ตลอดเวลาแม้กระทั่งเวลาหลับ มาร์คสังเกตเห็นแมวน้ำอยู่

1 ชั่วโมง พบว่าตอนเริ่มต้นสังเกต แมวน้ำดำลงไปก้นทะเลและเริ่มหลับ ในเวลา 8 นาที มันจะค่อย

ลอยตัวขึ้นมาที่ผิวน้ำทะเลและหายใจ ในเวลาอีก 3 นาที มันก็กลับลงไปสู่ก้นทะเลอีก กระบวนการทั้งหมดเกิดซ้ำ ๆ อยู่อย่างนี้ ตลอดเวลาที่สังเกต

คำถาม : หลังจากหนึ่งชั่วโมง แมวน้ำจะอยู่ในลักษณะใด

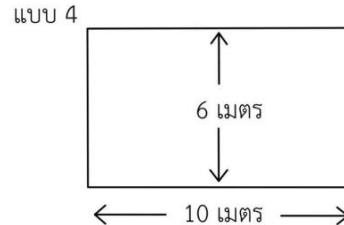
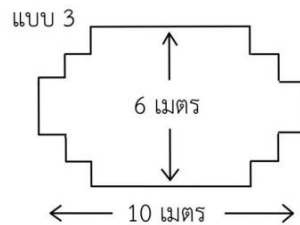
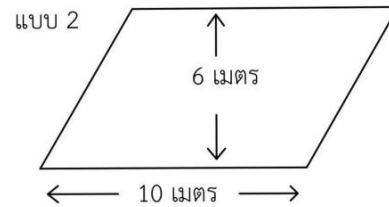
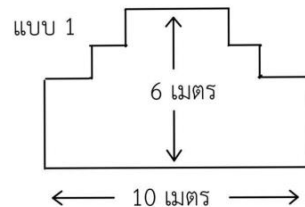
- ก. อยู่ที่ก้นทะเล ข. กำลังขึ้นมา
ค. กำลังหายใจ ง. กำลังลงไปก้นทะเล

2. ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน

ตัวอย่างที่ 2 : ช่างไม้

ช่างไม้มีกระดานยาว 2 เมตร และต้องการใช้ไม้นี้ล้อมกรอบสวนหย่อม เขามี

สวนหย่อมที่คิดไว้ 4 แบบ ดังนี้



ภาพประกอบ 3 แปลงสวนหย่อม

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” เพื่อบอกว่าสวนหย่อมล้อมกรอบด้วยไม้กระดาน 32 เมตรนี้ได้ใช่หรือไม่

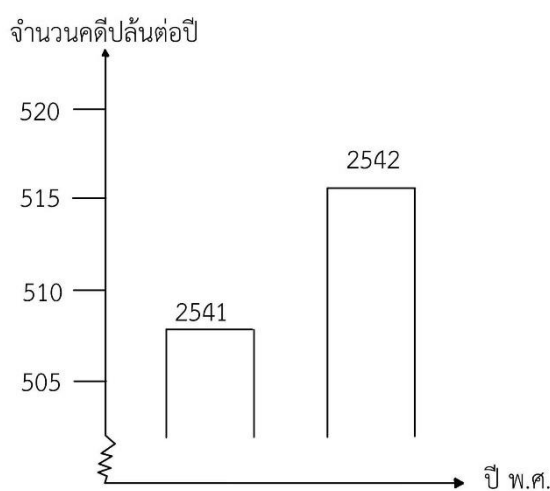
แบบสวนหย่อม	ตามแบบนี้สามารถล้อมกรอบสวนหย่อมด้วยไม้ 32 เมตร ได้ใช่หรือไม่
แบบที่ 1	ใช่/ไม่ใช่
แบบที่ 2	ใช่/ไม่ใช่
แบบที่ 3	ใช่/ไม่ใช่
แบบที่ 4	ใช่/ไม่ใช่

3. ข้อสอบเขียนตอบอิสระ

คำตอบแบบเปิดหรือเขียนตอบแบบอิสระ ต้องการให้นักเรียนตอบได้กว้างมากขึ้น และในกระบวนการตอบนั้นจะเกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดระดับสูง คำถามพวกนี้มักไม่ต้องการให้นักเรียนบอกคำตอบที่ถูกต้อง แต่จะให้นักเรียนแสดงขั้นตอนของการทำหรืออธิบายลำดับการคิดด้วยว่าคำตอบนั้น ๆ ได้มาอย่างไร จุดเด่นของข้อสอบแบบตอบอิสระ คือให้นักเรียนแสดงความสามารถทำคณิตศาสตร์ที่มีความยากง่าย ชับซ้อนได้ทุกระดับ

ตัวอย่างที่ 3 : คดีปล้น

นักข่าวโทรทัศน์แสดงกราฟต่อไปนี้ และรายงานว่า “กราฟแสดงให้เห็นว่าคดีปล้นในปี พ.ศ. 2542 มีจำนวนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2541 มาก”



นักเรียนคิดว่าคำพูดของนักข่าวคนนี้เป็น การแปลความหมายกราฟอย่างสมเหตุสมผลหรือไม่ พร้อมเขียนคำอธิบายสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

4. ข้อสอบเขียนตอบแบบปิด

ตัวอย่างที่ 4 : แบบทดสอบวิทยาศาสตร์

ครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง ได้ทำสอบวิทยาศาสตร์โดยมีคำตอบถูกชุดละ 100 คะแนน นักเรียนคนหนึ่งได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวิทยาศาสตร์สี่ชุดแรกเท่ากับ 60 คะแนน ส่วนชุดที่ห้าเธอทำได้ 80 คะแนน

คำถามที่ 1 : ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวิทยาศาสตร์ทั้งห้าชุดของนักเรียนคนนี้เท่ากับเท่าใด

ค่าเฉลี่ย :

5. ข้อสอบเขียนตอบสั้น ๆ

ตัวอย่างที่ 5 : อัตราแลกเปลี่ยน

ลูกหมอยู่ประเทศสิงคโปร์กำลังเตรียมตัวที่จะเดินทางไปแอฟริกาใต้เป็นเวลา 3 เดือน ในฐานะนักเรียนโครงการแลกเปลี่ยน เธอต้องแลกเงินดอลลาร์สิงคโปร์ (SGD) เป็นเงินแรนด์แอฟริกาใต้ (ZAR)

คำถาม : ลูกหมูปพบว่าอัตราแลกเปลี่ยนระหว่างดอลลาร์สิงคโปร์และแรนด์แอฟริกาใต้คือ $1 \text{ SGD} = 4.2 \text{ ZAR}$ ลูกหมูต้องการแลกเงิน 3000 ดอลลาร์สิงคโปร์เป็นแรนด์แอฟริกาใต้ตามอัตรานี้ ลูกหมูจะแลกเป็นเงินแรนด์แอฟริกาใต้ได้เท่าใด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560a) กล่าวว่า ใน PISA 2015 เป็นการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในรูปแบบการทำข้อสอบด้วยคอมพิวเตอร์ต่างจากรอบที่ผ่านมาที่ทำข้อสอบด้วยกระดาษ และข้อสอบคณิตศาสตร์ใน PISA 2015 จำแนกตามกรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่ เนื้อหาคณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และบริบทของคณิตศาสตร์ ดังตาราง 6

ตาราง 6 จำนวนข้อสอบคณิตศาสตร์ใน PISA 2015 จำแนกตามเกณฑ์ต่าง ๆ

	จำนวนข้อสอบจำแนกตามรูปแบบการตอบข้อสอบ (ข้อ)				
	ข้อสอบทั้งหมด	เลือกตอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน	เขียนตอบ - ใช้คนตรวจ	เขียนตอบ - ใช้คอมพิวเตอร์ตรวจ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์					
การคิดในเชิงคณิตศาสตร์	21	4	1	6	10
การใช้หลักคณิตศาสตร์	29	7	6	6	10
การตีความ	19	5	6	6	2
รวม	69	16	13	18	22

พหุบัน ปณุ ทิโต ชิว

ตาราง 6 (ต่อ)

	จำนวนข้อสอบจำแนกตามรูปแบบการตอบข้อสอบ (ข้อ)				
	ข้อสอบ ทั้งหมด	เลือกตอบ	เลือกตอบ เชิงซ้อน	เขียนตอบ - ใช้คนตรวจ	เขียนตอบ - ใช้ คอมพิวเตอร์ ตรวจ
เนื้อหา					
การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์	16	2	3	6	5
ปริภูมิและรูปทรง	17	3	3	5	6
ปริมาณ	18	6	4	2	6
ความไม่แน่นอนและข้อมูล	18	5	3	5	5
รวม	69	16	13	18	22
บริบทของคณิตศาสตร์					
ส่วนตัว	11	4	2	2	3
อาชีพ	13	1	4	3	5
สังคม	26	9	4	4	9
วิทยาศาสตร์	19	2	3	9	5
รวม	69	16	13	18	22

จากการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับข้อสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้
ว่า ข้อสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ที่มีลักษณะ
ข้อสอบเป็นแบบตัวเลือกตอบ แบบเขียนตอบอิสระ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน แบบเขียนตอบแบบปิด
และแบบเขียนตอบสั้นๆ ในการวิจัยครั้งนี้เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เป็น
แบบทดสอบประเภทอัตนัย ใช้ทดสอบหลังสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ วงจร
ปฏิบัติการละ 4 ข้อ แต่ละข้อจะมี 3 ข้อคำถาม ซึ่งข้อที่ 1 เป็นการวัดด้านสถานการณ์หรือบริบท ข้อ
ที่ 2 เป็นการวัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และข้อที่ 3 เป็นการวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มี
คะแนนเต็ม 32 คะแนน โดยเกณฑ์การผ่านต้องมีคะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มขึ้นไป

. การสัมภาษณ์

นักวิชาการศึกษาและองค์กรได้ กล่าวถึง การสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

วัฒนา พัชราวนิช (2540) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นการค้นหาข้อเท็จจริงและ
ทำให้ทราบความต้องการของเด็กเป็นการช่วยให้เกิดความสนิทสนมและคุ้นเคยกันมากขึ้น ทำให้ผู้มา

ขอรับคำปรึกษาจากล้าพูดล้าบอกความเป็นจริง โดยไม่มีการปิดบังอำพรางและยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเอง สามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมได้

นิภา เมธาวีรัชย์ (2543) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นวิธีการสอบถามความคิดเห็นของบุคคลโดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบระหว่างบุคคล ลักษณะตัวต่อตัว การสัมภาษณ์ดีกว่าการสังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ตา หู และปากในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยสร้างความเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์ และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราชา (2557) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ครูถามนักเรียนได้ตอบเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนทบทวนวิธีแก้ปัญหาขณะที่ครูฟัง ครูซักถาม เพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิด

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการสอบถามความคิดเห็นของบุคคล โดยการสนทนา ซักถามโต้ตอบระหว่างบุคคล เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง ซึ่งการสัมภาษณ์จะดีกว่าการสังเกต เพราะผู้สัมภาษณ์สามารถใช้ตา หู และปากในขณะที่สัมภาษณ์ได้ ผู้สัมภาษณ์ควรสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยสร้างความเชื่อถือ รักษาอารมณ์ให้มั่นคง แสดงความสนใจขณะสัมภาษณ์ และบันทึกผลการสัมภาษณ์อย่างตรงไปตรงมา ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้การสัมภาษณ์เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนการสอนให้ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ประเภทของการสัมภาษณ์

นักวิชาการศึกษาและองค์กรได้ กล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545) กล่าวว่า การสัมภาษณ์สามารถแบ่งออกได้หลายแบบ ในนี้จะกล่าวถึงประเภทของการสัมภาษณ์ที่แบ่งตามเทคนิคการสัมภาษณ์ ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) การสัมภาษณ์แบบนี้ ผู้สัมภาษณ์จะทำการสัมภาษณ์ตามคำถามที่ได้สร้างขึ้นและพิมพ์ไว้ในแบบสัมภาษณ์ ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนจะตอบคำถามชุดเดียวกัน อย่างเดียวกัน ผู้สัมภาษณ์จะจดบันทึกคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์ลงในแบบสัมภาษณ์นั้น ข้อดีของการสัมภาษณ์แบบนี้คือผู้วิจัยสามารถจัดหมวดหมู่ สรุปได้ง่าย และลดเวลาในการสัมภาษณ์

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ไม่มีคำถามกำหนดไว้แน่นอน และผู้ให้สัมภาษณ์ตอบได้โดยอิสระ ผู้สัมภาษณ์มีอิสระในการดัดแปลงสถานการณ์ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์การสัมภาษณ์แบบนี้ อาจมีแนวการสัมภาษณ์ซึ่งจะมีหัวข้อของข้อมูลที่ต้องการระบุไว้ เพื่อให้ผู้สัมภาษณ์จะได้ตั้งคำถามในแต่ละหัวข้อเอง ผู้สัมภาษณ์จะต้องมีความชำนาญในการสัมภาษณ์

กิติพัฒน์ นนทปัทมะคุลย์ (2546) กล่าวว่า การสัมภาษณ์สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท คือ

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือแบบมาตรฐาน (Structured or standardized interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดคำถามเฉพาะเจาะจงและชัดเจน หลักการและเหตุผลของการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง คือ การพยายามทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์แต่ละคนได้รับชุดคำถามชุดเดียวกัน เพื่อว่าจะสามารถเปรียบเทียบคำตอบของแต่ละได้สะดวกขึ้น

2. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างหรือแบบปลายเปิด (Unstructured or open-ended interview) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรวบรวมสาระด้านการรับรู้โลกและประสบการณ์ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างยืดหยุ่น และลื่นไหลไปตามสถานการณ์เพราะการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างไม่ได้ใช้คำถามที่กำหนดไว้ตายตัว แต่จะมีลักษณะรวบรวมชุดของคำถามที่สำคัญๆที่มีที่มาจากข้อสันนิษฐานอันหลากหลายกว่าการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

3. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured or guided interview) หรือเรียกอีกอย่างว่าการสัมภาษณ์แบบชี้แนะ โดยปกติเป็นการสัมภาษณ์ที่นักวิจัยจะกำหนดคำถามที่พอจะตัดสินใจได้ว่าจะถามอะไรบ้าง หรือใช้คำสำคัญ (Keywords) เป็นเครื่องชี้นำการสัมภาษณ์ซึ่งเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสัมภาษณ์ แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความไว้อย่างแน่นอนว่าจะสัมภาษณ์อะไรบ้าง สัมภาษณ์ตามแบบฟอร์มที่สร้างไว้ ผู้ถูกสัมภาษณ์จะตอบข้อความเหมือนกันทุกข้อ การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างเป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรวบรวมสาระด้านการรับรู้โลกและประสบการณ์ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย การสัมภาษณ์แบบนี้จะมีการยืดหยุ่นและลื่นไหลไปตามสถานการณ์ เพราะไม่มีข้อความที่กำหนดไว้ตายตัว และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นการสัมภาษณ์ที่มีการกำหนดข้อความและสามารถเพิ่มคำถามได้ในระหว่างการสัมภาษณ์ซึ่งเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก นั่นคือ สัมภาษณ์แบบเจาะลึกรายบุคคล เป็นการซักถามพูดคุยกันระหว่างสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์เชิงลึก

นักวิชาการศึกษาและองค์กรได้ กล่าวถึงการสัมภาษณ์เชิงลึกไว้ดังนี้

สรณ ภูงค์ (2545) กล่าวว่า การสัมภาษณ์แบบเชิงลึกเป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไป เช่น การสัมภาษณ์เจาะลึก การสัมภาษณ์ลุ่มลึก การสัมภาษณ์แนวลึก เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยไม่ใช้แบบสอบถาม จะมีแนวของข้อความให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถามผู้ให้สัมภาษณ์ในลักษณะการเจาะลึก และต้องอาศัยความสามารถ

พิเศษของผู้สัมภาษณ์ในการค้นหารายละเอียดในประเด็นที่ศึกษาอย่างลึกซึ้ง ซึ่งการสัมภาษณ์เชิงลึกมักจะศึกษาในประชากรกลุ่มเล็ก ๆ เช่น ผู้บริหาร นักการเมือง ผู้นำท้องถิ่น เป็นต้น

รวิวรรณ ชินะตระกูล (2547) กล่าวว่า การสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นวิธีการสัมภาษณ์ที่ต้องการล้วงเอาความจริงใจจากผู้ถูกสัมภาษณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เป็นการซักถามเพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริง ไม่ใช่เป็นการถามเกี่ยวกับคำถาม “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” แต่เป็นคำถามที่ถามว่าเพราะเหตุใดหรือทำไม การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้สัมภาษณ์จะต้องทำ ความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะให้ทำการสัมภาษณ์เหมาะสม

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า การสัมภาษณ์เชิงลึก คือ การสัมภาษณ์แบบเจาะลึกรายบุคคลเป็นการซักถามพูดคุยกันระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์ เพื่อต้องการทราบถึงเหตุผลต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดข้อเท็จจริงเป็นการถามเจาะลึกล้วงคำตอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน การถามนอกจากจะให้อธิบายแล้วจะต้องถามถึงเหตุผลด้วย การสัมภาษณ์แบบนี้จะมีแนวของข้อคำถามให้ผู้สัมภาษณ์เป็นผู้สอบถาม และผู้สัมภาษณ์จะต้องทำความคุ้นเคยและมีความมั่นใจแล้วว่าบรรยากาศที่จะให้ทำการสัมภาษณ์เหมาะสม

ลักษณะของการสัมภาษณ์

นักวิชาการศึกษาและองค์กรได้ กล่าวถึงลักษณะของการสัมภาษณ์ไว้ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545) กล่าวว่าลักษณะของการสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. การสัมภาษณ์รายบุคคล หรือการสัมภาษณ์แบบเผชิญหน้ากัน ระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูลเพื่อรวบรวมข้อมูลที่ต้องการคำตอบที่เจาะลึกในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลมีข้อดี คือผู้สัมภาษณ์ สามารถซักถามเป็นการส่วนตัว คำถามที่ใช้ขึ้นอยู่กับผู้สัมภาษณ์ ผู้ให้ข้อมูลสามารถตอบได้อย่างอิสระ อาจจะมีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงคำถามให้เหมาะสมกับผู้ให้ข้อมูลแต่ละคนได้ เนื่องจากผู้ให้ข้อมูลอาจจะมีวัฒนธรรมที่ต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีการสร้างบรรยากาศให้เป็นกันเอง เพื่อจะได้ข้อมูลตามที่ต้องการ นอกจากนี้การสัมภาษณ์แบบนี้สามารถบันทึกเทปหรือสังเกตการณ์แสดงออกต่อการตอบสนองคำถามด้วยท่าทาง น้ำเสียง และสภาพแวดล้อมได้ การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล เป็นการลงทุนค่อนข้างสูง ใช้เวลานาน

2. การสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม ผู้สัมภาษณ์ทำการสัมภาษณ์กับผู้ร่วมสนทนาเป็นกลุ่ม เพื่อสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยผู้สัมภาษณ์เป็นผู้กำหนดหัวข้อร่วม สนทนาจะไม่มีความรู้สึกลัว ถูกซักถามปัญหา แต่ว่าเป็นการสนทนาในเรื่องที่ผู้สัมภาษณ์สนใจอยากรู้เรื่องต่าง ๆ การสัมภาษณ์เป็นกลุ่มช่วยให้ประหยัดเวลา ลงทุนน้อย เหมาะสำหรับการระดมความคิดเห็น เพื่อเป็นแนวทางในการหาข้อสรุป แต่อาจจะทำให้บางคนรู้สึกอึดอัดไม่อยากจะตอบคำถาม เนื่องจากผู้ให้ข้อมูลบางคนไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลได้อย่างอิสระ

รวีวรรณ ชินะตระกูล (2547) กล่าวว่าลักษณะของการสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น

2 ลักษณะ คือ

1. การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล เป็นการสัมภาษณ์ที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดย สัมภาษณ์ทีละคน ชักถามกันจนเป็นที่พอใจ แล้วจึงสัมภาษณ์คนอื่นต่อไป การสัมภาษณ์แบบนี้ผู้ สัมภาษณ์กับผู้ให้สัมภาษณ์จะมีความเป็นอิสระและเป็นส่วนตัวมาก
 2. การสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม เป็นการสัมภาษณ์พร้อมกันในเวลาเดียวกัน ครั้งละ หลายๆคน อาจเป็นกลุ่มใหญ่หรือกลุ่มเล็กก็ได้ ทุกคนตอบคำถามเดียวกันหมด ฉะนั้นคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์บางคน จึงอาจถูกชักนำจากคำตอบของผู้ให้สัมภาษณ์คนอื่นได้
- จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ลักษณะของการสัมภาษณ์แบ่ง ออกเป็น 2 ลักษณะ คือการสัมภาษณ์รายบุคคล และการสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

1. ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้บัญญัติคำความหมายเดียวกันหลายคำ เช่น นิรมิต นิยม ทฤษฎีการสร้างความรู้ การสร้างสรรค์ความรู้ และในงานวิจัยบางเล่มจะใช้ทับศัพท์ว่า คอน สตรัคติวิซึมหรือคอนสตรัคติวิสต์ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า คอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีผู้ให้ความหมาย ไว้ดังนี้

Krogh (1994) กล่าวว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้ว่าเป็นปรัชญาที่เกี่ยวกับพัฒนาการ ในการสร้างความรู้ สติปัญญา จริยธรรมขึ้นมาด้วยตัวของเด็กเอง ซึ่งพัฒนาการนั้นเป็นผลมาจากการ ดูดซึมเข้าโครงสร้าง (assimilation) และการปรับตัวเข้าสู่โครงสร้าง (Accommodation)

Troutman & Lichtenberg (1995) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการ ค้นหาความรู้ให้กับตนเอง มีการรวบรวมความรู้ใหม่ๆ เข้าไปในจิตใต้สำนึกภายในจิตใจ (schemata) โดยการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมยอมรับสิ่งใหม่ๆ เข้ามาในสิ่งแวดล้อมพิสูจน์ความจริงจากสมมติฐานที่ ตั้งขึ้นและสรุปเองโดยการสร้างการเชื่อมโยงและเปรียบเทียบทสรุขของตัวเองกับผู้อื่น เพื่อเป็น พื้นฐานให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่

Fosnot & Perry (1996) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับ ความรู้และการเรียนรู้ เป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา มานุษยวิทยา ว่า ความรู้คืออะไรและได้มาอย่างไร ทฤษฎีอธิบายว่าความรู้เป็นสิ่งชั่วคราว และถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้นั้นเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ ด้วยตนเอง ในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

เป็นการสร้างตัวแทนใหม่ โดยคนเป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม เป็นการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านทางสังคม และผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

เจดศักดิ์ ชุมนุม (2540) กล่าวว่า การสร้างความรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์คือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมา ซึ่งมีความหมายเฉพาะตัวบุคคลนั้น ๆ คนสร้างความรู้ได้เอง เขานำข้อมูลจากภายนอกผสมผสานกับสิ่งที่เขารู้แล้วแต่เดิมสร้างเป็นความรู้ใหม่ให้มีความหมายใหม่ขึ้น

สาคร ธรรมศักดิ์ (2541) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดสภาวะไม่สมดุลขึ้น คือ สภาวะที่โครงสร้างทางปัญญาเดิมใช้ไม่ได้ ต้องมีการเปลี่ยนให้สอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2542) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีที่นำทฤษฎีจิตวิทยาและปรัชญาการศึกษาที่หลากหลายมาปรับ ประยุกต์โดยมีเป้าหมายที่จะอธิบายและค้นพบว่า มนุษย์เกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้อย่างไร ทฤษฎีนี้จึงมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง “ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยอาศัยประสบการณ์แห่งชีวิตที่ได้รับเพื่อค้นหาความจริง”

รัศมี สุจินพรหม (2543) กล่าวว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ คล้ายคลึงกับการเชื่อมโยงประสบการณ์ นักเรียนจะมีประสบการณ์หนึ่งของตนเองและมีโครงสร้างความรู้ความคิดพื้นฐาน ประสบการณ์หนึ่งของตนเอง และรู้ความคิดที่มันนี้อาจถูกต้องและไม่ถูกต้อง หรืออาจไม่สมบูรณ์ ผู้เรียนจะเปลี่ยนความรู้โครงสร้างความคิดนั้นเองได้รับสารสนเทศหรือประสบการณ์ใหม่ที่เชื่อมกับความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ การลงความเห็น การมองเห็นภาพละเอียด และมองให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการรับความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จะต้องเกิดจากตัวผู้เรียนเองที่เป็นผู้นำความคิดใหม่มาบูรณาการกับความคิดที่อยู่แล้ว ดังนั้นการจดจำข้อเท็จจริงที่ไม่ได้เชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่ผู้เรียนมี จะทำให้ผู้เรียนลืมได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องมีความตื่นตัวในการสร้างสารสนเทศใหม่ให้เข้ากับกรอบของความคิดที่มีอยู่เดิม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีที่ให้ ความสำคัญกับตัวนักเรียน เชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองจากการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น โดยผู้สอนจะคอยกระตุ้นจัดสถานการณ์ และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีที่มุ่งให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ผ่านการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้สอนมีหน้าที่เสนอปัญหาให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และคอยกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

นักวิชาการศึกษาได้ กล่าวถึงการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ไว้ ดังนี้

Driver & Oldham (1986) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการกิจกรรมตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. ขั้นปฐมนิเทศ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้รับรู้ถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนและสร้างแรงจูงใจในการเรียน
2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่สอบถามเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ในเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้
3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด
 - 3.1 ทำความกระจ่าง และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะการคิดเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ นักเรียนจะเข้าใจดีเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับคนอื่น ผู้สอนจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นและกระตุ้นให้นักเรียนคิด
 - 3.2 การสร้างความคิดใหม่ จากการอภิปรายร่วมกัน นักเรียนจะเห็นแนวทางหรือ วิธีการที่หลากหลายทำให้นักเรียนสามารถกำหนดความคิดใหม่หรือความรู้ใหม่ขึ้นได้
 - 3.3 ประเมินความคิดใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความคิดใหม่มาประเมินโดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง
4. ขั้นนำความคิดไปใช้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ซึ่งนำไปใช้กับสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย
5. ขั้นทบทวน นักเรียนสะท้อนให้เห็นถึงวิธีคิดของตนเองมีการเปลี่ยนแปลงจากจุดเริ่มต้นของบทเรียนอย่างไร

Yager (1991) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเชิญชวน
 - 1.1 สังเกตสิ่งรอบตัวด้วยความอยากรู้อยากเห็น

- 1.2 ถามคำถาม
- 1.3 พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ของคำถามที่ตั้งขึ้น
- 1.4 จัดบันทึกปรากฏการณ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อนว่าจะเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดขึ้น
- 1.5 ชี้สถานการณ์ที่การรับรู้ของนักเรียนแตกต่างกัน
2. ขั้นสำรวจ
 - 2.1 ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
 - 2.2 ระดมพลังสมองเกี่ยวกับทางเลือกที่เป็นไปได้
 - 2.3 มองหาสารสนเทศ
 - 2.4 ทำการทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์
 - 2.5 สังเกตปรากฏการณ์ที่เฉพาะเจาะจง
 - 2.6 ออกแบบโมเดล
 - 2.7 รวบรวมและจัดกระทำข้อมูล
 - 2.8 ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา
 - 2.9 เลือกทรัพยากรที่เหมาะสม
 - 2.10 อภิปรายการแก้ปัญหา
 - 2.11 ออกแบบและดำเนินการทดลอง
 - 2.12 ประเมินทางเลือกที่หลากหลาย
 - 2.13 มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน
 - 2.14 ชี้การเสี่ยงและผลที่ตามมา
 - 2.15 ขอบเขตของการสืบเสาะหาความจริง
 - 2.16 วิเคราะห์ข้อมูล
3. ขั้นนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา
 - 3.1 สื่อความหมายของข้อมูลและความคิดเห็น
 - 3.2 สร้างและอธิบายโมเดล
 - 3.3 สร้างคำอธิบายใหม่
 - 3.4 ทบทวนและวิจารณ์คำตอบของปัญหา
 - 3.5 ให้เพื่อนประเมินผลการเสนอคำตอบ
 - 3.6 รวบรวมคำตอบที่หลากหลาย
 - 3.7 ชี้ให้เห็นคำตอบที่เหมาะสม
 - 3.8 บูรณาการคำตอบที่ได้รับกับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่
4. ขั้นนำไปปฏิบัติ

วิสต์ ไว้ดังนี้

- 4.1 การตัดสินใจ
 - 4.2 นำความรู้และทักษะไปใช้
 - 4.3 ถ่ายโยงความรู้และทักษะ
 - 4.4 แลกเปลี่ยนสารสนเทศและความคิดเห็น
 - 4.5 ถามคำถามใหม่
 - 4.6 นำผลที่ได้จากการเรียนรู้และส่งเสริมความคิดเห็น
 - 4.7 ใช้โมเดลและความคิดเห็นเพื่อให้เกิดการอภิปรายและการยอมรับจากเพื่อน
- วัชรา เล่าเรียนดี (2550) ได้เสนอการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติ

เกิดขึ้น

1. ขั้นเตรียมความพร้อมนักเรียน จูงใจ เร้าความสนใจ
 - 1.1 จูงใจ เร้าความสนใจของนักเรียน
 - 1.2 แจ้งจุดประสงค์
 - 1.3 สร้างความสำคัญให้นักเรียน
2. ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียน
 - 2.1 ระบุตัวอย่างและไม่ใชตัวอย่าง และให้นักเรียนสังเกตความแตกต่าง
 - 2.2 แจ้งจุดประสงค์
 - 2.3 สร้างความสำคัญให้นักเรียน
 - 2.4 มีส่วนร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ทุกบทเรียน
 - 2.5 ทำ concept map หรือ mid map เพื่อเสนอแนวคิด/ข้อสรุป
 - 2.6 ใช้กิจกรรมฝึกการตัดสินใจ เช่น บทบาทสมมติ จำลองสถานการณ์
 - 2.7 แสดงรูปแบบพฤติกรรมที่คาดหวัง จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่
3. ตรวจสอบความเข้าใจ
 - 3.1 ถามคำถามหลายประเภทที่ส่งเสริมความคิด คำถามที่ไม่จำกัด แต่ไม่กว้างเกินไปหรือไม่มีจุดเน้น
 - 3.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความรู้ความคิดด้วยตนเอง
 - 3.3 ถามคำถามที่อาศัย ใช้คำถามแบบเจาะลง โดยยึดหลักการถามของ Tabo และ Bloom เช่น คำถามเปิดประเด็น ถามให้จัดกลุ่ม และอธิบายประกอบ ถามย้ำจุดเน้น ถามให้อธิบายให้ ชัดเจน และสรุป ถามเปิดประเด็น และถามให้ตีความ และติดตาม เป็นต้น
 - 3.4 ถามให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์ นิยามคุณลักษณะต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตนเอง

ตนเอง

- 3.5 ส่งเสริมให้มีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น
4. จัดโอกาสและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง
- 4.1 ให้ฝึกกิจกรรมและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง
- 4.2 แสดงรูปแบบของผลลัพธ์ที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติได้
- 4.3 กระตุ้นการตอบสนองอย่างเปิดเผย
- 4.4 ให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติกิจกรรมอย่างเต็มที่
- 4.5 ส่งเสริมการมีส่วนร่วมพิจารณาว่านักเรียนคนใดเกิดความคิดความเข้าใจ
ในประเด็นสำคัญและใครบ้างที่ต้องมีการอธิบายเพิ่มเติมให้
5. การคิดไตร่ตรองและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับบทเรียน
- 5.1 ให้นักเรียนได้มีโอกาสร่วมสรุปบทเรียน
- 5.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์กับบทสรุปของบทเรียน
- 5.3 ใช้คำถามระดับสูงที่ส่งเสริมการคิด ให้มีการตอบสนองนักเรียนในบทสรุป
- 5.4 ใช้คำถาม 2 ระดับ เป็นอย่างน้อย (ความรู้ ความเข้าใจ และวิเคราะห์
สังเคราะห์)
- 5.5 เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายให้มากที่สุด
- 5.6 วัดและประเมินผลว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนหรือไม่ เช่น การ
สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน หรือการทดสอบย่อย
6. ให้การฝึกเพิ่มเติมหรือให้ทำโดยอิสระ
- 6.1 เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง
- 6.2 ให้ทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวกับบทเรียนโดยตรง นักเรียนสามารถใช้ความรู้
และทักษะในสถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างจากที่ฝึกฝนเพียงเล็กน้อย
- 6.3 ให้ทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนให้เสร็จเพียงบางส่วน
- 6.4 แสดงรูปแบบที่สมบูรณ์ ระบุผลลัพธ์ที่ต้องการจะให้เกิดกับนักเรียน
เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2555) ได้สรุปภารกิจกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอน
สตรัคติวิสต์ว่าสามารถจำแนกเป็นขั้นตอนการสอนได้ 4 ขั้นตอนดังนี้
1. ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา
- 1.1 นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่
รับรู้ใหม่ให้สอดคล้องกัน หรือเป็นผลมาจากความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันของนักเรียนกับเพื่อนหรือ
นักเรียนกับผู้สอน
- 1.2 นักเรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้
เดิมหรือโมทัศน์ตามความเข้าใจเดิม

1.3 ผู้สอนควรกระตุ้น ชักจูงให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

2. ชั้นแสวงหาคำตอบ

2.1 นักเรียนค้นหาคำตอบเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ

2.2 นักเรียนสะท้อนความคิดและประเมินประนอมความขัดแย้งกับผู้อื่นจนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้

3. ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ

3.1 นักเรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการศึกษาค้นคว้ากับความเข้าใจของตนเอง

3.2 นักเรียนใช้เหตุผลในการประเมินประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

4. ชั้นการประยุกต์ใช้ความรู้

4.1 นักเรียนนำความรู้ ทักษะและกระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้อธิบายตัดสินใจแก้ปัญหา หรือดำเนินชีวิตของตนเองได้อย่างเหมาะสม

4.2 นักเรียนอาจจะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเรื่องที่เรียน

4.3 ผู้สอนอาจนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ทำให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจตนเองต่อไป

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ วิเคราะห์อย่างมีเหตุผล โดยให้ความสำคัญกับประสบการณ์และกระบวนการที่ได้มาซึ่งความรู้ เน้นให้ผู้เรียนได้คิดและสร้างความรู้จากการเผชิญสถานการณ์ปัญหาแล้วเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ซึ่งต้องอาศัยการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้โดยการค้นหาและแสวงหาคำตอบมาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดตามกรอบความคิดของ เวทฤทธิ์ อังกะภักทรจรรยา ซึ่งประกอบด้วยชั้นการสอน 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ให้สอดคล้องกัน หรือเป็นผลมาจากความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันของนักเรียนกับเพื่อนกับครู และนักเรียนได้สังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิมตามความเข้าใจเดิม

2. **ขั้นแสวงหาคำตอบ** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนค้นหาคำตอบ แสวงหาความรู้เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ ตีความ และสะท้อนความคิด อย่างประนีประนอมความขัดแย้งกับกับเพื่อน จนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้ได้

3. **ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการศึกษาค้นคว้ากับความเข้าใจของตนเอง ได้ใช้เหตุผลในการตรวจสอบความเข้าใจ เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

4. **ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้นำความรู้ ทักษะและกระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้อธิบายตัดสินแก้ปัญหา หรือดำเนินชีวิตของตนเองได้อย่างเหมาะสม และผู้สอนอาจนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ทำให้นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจตนเอง

3. บทบาทของครูตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

นักวิชาการการศึกษาได้ กล่าวถึง บทบาทของครูตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

Brooks (2000) ได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทการสอนของครูไว้ 12 ประเด็น ดังนี้

1. ผู้สอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จะต้องเป็นผู้ให้กำลังใจและยอมรับความเป็นอิสระและความคิดริเริ่มของผู้เรียน เพราะความเป็นอิสระและความคิดริเริ่มของผู้เรียนเป็นสาเหตุให้ผู้เรียนได้มีการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ การที่ผู้เรียนเกิดคำถามและสามารถตอบคำถามนั้นได้ โดยการวิเคราะห์แสดงว่าผู้เรียนนั้นเป็นผู้มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและสามารถกลายเป็นผู้แก้ปัญหาได้ดีเท่ากับเป็นผู้ค้นพบปัญหา

2. ผู้สอนควรใช้ข้อมูลตามธรรมชาติและแหล่งข้อมูลที่แท้จริง ประกอบกับความชำนาญการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้น เริ่มต้นด้วยการเรียนรู้จากผลของการค้นหาคำถามสัมพันธ์กับปัญหาที่แท้จริง

3. ผู้สอนควรใช้คำพูดที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด เช่น ให้จำแนก ให้วิเคราะห์ ให้ทำนาย การแปลความหมาย การจัดประเภท เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาต่าง ๆ

4. ผู้สอนยินยอมให้ผู้เรียนเป็นผู้นำเข้าสู่บทเรียน เปลี่ยนกลยุทธ์ในการสอนและการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา ซึ่งไม่ได้หมายความว่า ความสนใจหรือความไม่สนใจในบทเรียนของผู้เรียนนั้นจะส่งผลให้ประเด็นหลักหรือเนื้อหาตามหลักสูตรจะต้องตัดออกไป การที่ผู้เรียนมีความสนใจและมีความกระตือรือร้นเกิดขึ้นเป็นสิ่งที่มีความหมายมากกว่าการเรียนรู้เฉพาะบทเรียน

5. ผู้สอนต้องทำความเข้าใจโน้ตค้นของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดง ความเข้าใจของตนเองออกมาก่อนการถามความเข้าใจของผู้เรียน จะเป็นการจำกัดความคิดของ ผู้เรียน ผู้เรียนจะยุติการคิดเพื่อรอคำแนะนำหรือรอคำตอบที่ถูกต้องจากผู้สอน
 6. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสนทนาทั้งกับผู้สอนและ ผู้อื่น แนวทางหนึ่งที่จะเปลี่ยนแปลงหรือแรงเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดความเข้าใจมากขึ้น คือการ ได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปราย การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสเสนอความคิดของตนเอง ได้รับฟังและได้ สะท้อนความคิดของผู้อื่นถือเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจใหม่หรือสะท้อนความ เข้าใจเดิมที่มีอยู่
 7. ผู้สอนควรเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการตอบสนอง เมื่อเรียนได้มีการเริ่มต้น ในการตอบสนองและมีการตอบสนองบ่อยขึ้น ผู้เรียนก็จะได้มีโอกาสตรวจสอบและประเมินความ เข้าใจและความผิดพลาดของตนเอง เป็นกระบวนการที่นำผู้เรียนไปสู่การสร้างความเข้าใจในประเด็น ปัญหาและความคิดของตนเอง
 8. ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตอบคำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ คำถามที่ซับซ้อนและใช้คำถามปลายเปิดได้ ถือเป็นการทำทนายให้ผู้เรียนได้แสวงหาไปถึงประเด็น ที่ลึกซึ้งและกว้างไกล เพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงหรือการปฏิรูปความเข้าใจตนเอง
 9. ผู้สอนกระตุ้นให้เรียน ได้มีโอกาสโต้แย้งหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้กระตุ้นให้ เกิดการอภิปรายโต้แย้ง จะส่งผลให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาการทางปัญญา
 10. ผู้สอนจะต้องให้เวลาหลังจากได้ถามคำถามหรือตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้น ในทันที ผู้เรียนในส่วนนี้จำเป็นต้องอาศัยเวลา การที่ผู้สอนต้องการคำตอบหรือการตอบสนองจาก ผู้เรียนส่วนนี้ทันทีที่จะกลายเป็นการยับยั้งความคิดของผู้เรียนและการบีบบังคับให้ผู้เรียนกลายเป็น ผู้ดูแลเหตุการณ์
 11. ผู้สอนควรให้เวลาสำหรับผู้เรียนในการสร้างความสัมพันธ์และสร้างสรรค์การ เปรียบเทียบ ผู้สอนการจัดเตรียมกิจกรรมสำหรับชั้นเรียนและจัดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ด้วยตนเอง
 12. ผู้สอนควรเอาใจใส่ธรรมชาติความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน
- อัมพร ม้าคอง (2546) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ว่า ผู้สอนควรเรียนรู้ในสิ่งต่อไปนี้
1. การสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์กับนักเรียน
 2. การทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างมีจุดมุ่งหมาย
 3. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนของตนมี
 4. การจัดสิ่งแวดล้อมทางคณิตศาสตร์เท่าที่เป็นไปได้

5. ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมี
 6. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จะสอนให้นักเรียน
 7. การส่งเสริมการไตร่ตรองและการได้มาซึ่งความรู้ในบริบทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีจุดมุ่งหมาย

8. การกระตุ้นให้ผู้เรียนสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์
 9. การทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและการช่วยให้เรียนได้คงทนขึ้น
 10. การสื่อสารกับนักคณิตศาสตร์ศึกษาอื่น ทั้งด้านเนื้อหาและการสอน
 เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ควรวีตหลักดังนี้

1. ผู้สอนต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อนำมาซึ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์ทั้งด้านเนื้อหาและการสอน

2. ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

3. ผู้สอนควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดของตนเอง และมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตนเองกับเพื่อนและผู้สอน

4. ผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการไตร่ตรอง และการได้มาซึ่งความรู้ในบริบทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างมีจุดมุ่งหมาย

5. งานที่ผู้สอนมอบหมายให้นักเรียนทำควรเป็นงานที่มีความหมายต่อตัวนักเรียน และเชื่อมโยงชีวิตจริง รวมทั้งงานนั้นต้องพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของนักเรียน

6. ผู้สอนควรจัดเตรียมสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งข้อมูลที่เพียงพอต่อการค้นพบความรู้ของนักเรียน

7. ผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียนเนื่องจากจะช่วยให้ นักเรียนสามารถเรียนได้คงทนขึ้น

จากการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บทบาทของครูตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ ความรู้ที่ดีที่สุดจะต้องเกิดจากผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนควรวีตหลักการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับผู้สอน สร้างสรรค์โอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและต้องใช้เวลากับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมองเห็นแนวทางในการทำกิจกรรมนั้น ๆ ว่าแนวคิดของตนเองถูกหรือผิด นักเรียนจะได้เห็น

ข้อผิดพลาดของตนเอง เพื่อแก้ไขความผิดพลาดด้วยตนเอง ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทมากกว่าครู ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

4. ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

นักวิชาการการศึกษาได้ กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

Brooks (2000) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องที่เรียนและสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนรวมทั้งสามารถแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ถูกต้อง
2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ รวมทั้งพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและทักษะอื่น ๆ
3. นักเรียนมีความเป็นเหตุเป็นผลในการคิด หรือการแสดงความคิดพร้อมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

สุมาลี ชัยเจริญ (2548) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ว่า การนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดประโยชน์ดังนี้

1. เพิ่มแรงจูงใจ กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีแนวโน้มที่จะให้ความสำคัญต่อนักเรียน และสภาพจริง (Authentic) ซึ่งถือกำเนิดจากความสนใจที่มาจากภายใน ดังนั้นจึงเป็นแรงจูงใจที่มาจากภายในของนักเรียน
2. ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Encourages critical thinking) การเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ผ่านการลงมือกระทำของผู้เรียนอย่างตื่นตัวภารกิจการเรียนรู้ตามสภาพจริงและการจัดให้นักเรียนควบคุมการเรียนรู้ของตนเองและส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณตลอดจนการสร้างความรู้ด้วยตนเองให้มากกว่าเดิมมีการถ่ายโอนความรู้ การสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง
3. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่หลากหลาย (Accommodate diverse learning styles) สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยทั่วไปแล้วจะเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลสร้างความหมายจากแหล่งการเรียนรู้ที่เป็นปัจจัยภายนอก ซึ่งอาจจัดให้นักเรียนทำการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น ดังนั้นนักเรียนจะปรับแบบการเรียนรู้ตามความสามารถหรือความต้องการได้มากยิ่งขึ้น

4. สนับสนุนการเสาะแสวงหาความรู้ (Support natural inquiry) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการที่สามารถคาดเดาได้ว่า เป็นกระบวนการพัฒนาการสร้างความรู้การเรียนรู้และประเมินผลที่เกิดจากการสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

จากการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์นั้น จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเรื่องที่เรียนและสามารถนำเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เรียนมาก่อนหน้านี้มาแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้ อีกทั้งผู้เรียนจะเกิดทักษะทางคณิตศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

1. ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

นักวิชาการศึกษาได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ไว้ดังนี้

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547) กล่าวว่าเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการสอนรูปแบบหนึ่งที่ครูสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาที่ต้องอาศัยความสามารถในการอ่าน คติวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนละเอียดถี่ถ้วน และทำให้นักเรียนเข้าใจกับโจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังฝึกให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย อันจะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริงของตนเองได้ อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดประสิทธิผลซึ่งเห็นได้จากกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ให้มา ขั้นที่ 2 นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ขั้นที่ 3 นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ และขั้นที่ 4 สรุปผลที่ได้จากการแก้ปัญห สรุปการดำเนินการแก้ปัญห คือต้องได้คำตอบที่โจทย์ปัญหาต้องการและสามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหได้อย่างถูกต้อง

น้ำทิพย์ ชังเกตู (2547) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL ว่าเป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากแนวคิดของ Ogle ในปี 1986 ต่อมาได้พัฒนาให้สมบูรณ์ขึ้นโดย E. Carr และ Ogle ในปี 1987 คือเทคนิค KWL Pluse โดยยังคงสาระเดิมไว้ แต่เพิ่มการเรียนรู้จากความสัมพันธ์ทางความหมาย (Semantic Mapping) สรุปเรื่องที่อ่าน และมีการนำเสนอเรื่องจากผังอันเป็นการพัฒนาทักษะการเขียนและพูดนอกเหนือไปจากการฟังและอ่าน

วัชรรา เล่าเรียนดี (2547) ได้กล่าวว่าเป็นมาของเทคนิค KWDL ไว้ว่าเป็นเทคนิคในการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากเทคนิค KWL ของโอเกล (Ogle) ในปี ค.ศ. 1986 ที่จะต้อง

อาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐาน นั่นคือนักเรียนต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้น การดำเนินการตามลำดับขั้นตอน KWDL จะช่วยชี้แนะแนวทางในการอ่าน และหาคำตอบของคำถามสำคัญต่าง ๆ จากเรื่องนั้นจากนั้นยังสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ตามความต้องการ กระตุ้นความสนใจนักเรียนได้เป็นอย่างดี ต่อมา ชอว์ และคณะ (Shaw et al., 1997) อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปี ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำเทคนิค KWDL มาใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนำรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกันแก้ปัญหา (Cooperative Problem Solving) มาผสมผสานในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เทคนิค KWDL มีขั้นตอนการดำเนินการเช่นเดียวกับ KWL เพียงแต่เพิ่มขึ้น D ขั้นตอนที่ 3 และต่อด้วยขั้น L เป็น KWDL คือ ขั้นที่ 4 ซึ่ง KWDL มาจากคำถามที่ว่า

K : (What We Know) เรารู้อะไร หรือโจทย์บอกอะไรเราบ้าง

W : (What We Want to Know) เราต้องการอะไร ต้องการทราบอะไร โจทย์ให้อะไรหรือโจทย์บอกอะไรบ้าง

D : (What We Do to Find Out) เราทำอะไรร้อย่างไร และหาคำตอบหรือมีวิธีการอย่างไรบ้าง

L : (What We Learned) เราเรียนรู้้อะไรจากการดำเนินการขั้นที่ 3 ซึ่งคือคำตอบสาระความรู้และวิธีการศึกษาคำตอบ ขั้นตอนการคำนวณเป็นต้น

การกำหนดขั้นตอนของเทคนิค KWDL การมีข้อความนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ นักเรียนแสวงหาข้อมูลและบันทึกตามต้องการในแต่ละขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นจะช่วยส่งเสริมในการอ่าน โดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์ การนำเทคนิค KWDL มาใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉพาะด้านการแก้ปัญหาที่นักเรียนในทุกระดับชั้นมีปัญหามากที่สุด เนื่องจากการอ่านโจทย์หรือข้อความปัญหาไม่เข้าใจ วิเคราะห์ปัญหาของโจทย์ไม่เป็น เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่ง นอกจากการคิดคำนวณไม่เป็น ดังนั้นทุกขั้นตอนของเทคนิค KWDL ครูผู้สอนจึงต้องคอยชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ให้ได้มากที่สุดในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนต้องเตรียมแผนผัง KWDL เพื่อช่วยในการจัดบันทึกข้อมูลและใช้ในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิค KWDL จะช่วยให้ผู้เรียนมีลำดับขั้นตอนการคิดวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเป็นการเสริมแรงที่ทำให้นักเรียนมีการถ่ายทอดความคิดและแก้ปัญหาซึ่งจะส่งผลต่อความเข้าใจในสิ่งที่กระทำอยู่ได้ดียิ่งขึ้น

ตาราง 7 แผนผัง KWDL

K : โจทย์บอกอะไรบ้าง	1. 2. 3. 4.
W : โจทย์ให้หาอะไร มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีอะไรได้บ้าง	1. 2. 3. 4.
D : ดำเนินการตามกระบวนการ	แสดงวิธีทำ วิธีที่ 1 วิธีที่ 2 วิธีที่ 3
L : คำตอบที่ได้ และวิธีคิดหา คำตอบได้อย่างไร	ตอบ สรุปขั้นตอน

ที่มา : วัชรรา เล่าเรียนดี. (2547). เทคนิคการจัดการเรียนรู้สำหรับครูมืออาชีพ. หน้า 97

จากตาราง 7 จะเห็นได้ว่าแผนผัง KWDL สามารถลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน สามารถทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น พร้อมทั้งเข้าใจง่าย

จากการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการอ่าน การคิดอย่างเป็นระบบ และช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการวางแผนแก้ปัญหาย่างเป็นระบบและมีกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่การหาผลลัพธ์

2. ความสำคัญและประโยชน์ของเทคนิค KWDL

นักวิชาการศึกษาได้กล่าวถึง ความสำคัญและประโยชน์ของเทคนิค KWDL ไว้ดังนี้

Shaw and Other (1997) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เป็นการพัฒนาความสามารถและเจตคติในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วีระศักดิ์ เลิศโสภา (2544) กล่าวว่า เทคนิค KWDL ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาด้านสติปัญญา พัฒนาทักษะทางด้านสังคม พัฒนาความสามารถทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เกิดผลสะท้อนในการแก้ปัญหาหลายรูปแบบ ซึ่งส่งผลให้เป็นนักแก้ปัญหาที่ดี และยังส่งผลให้นักเรียนในทุกระดับความรู้ได้มีโอกาสได้ฝึกการคิดอย่างมีระบบขั้นตอน

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547) กล่าวว่าเทคนิค KWDL จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถที่ตนเองมีผ่านทางกระบวนการคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย รวมทั้งส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์และสังเคราะห์ ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้นและช่วยพัฒนาด้านสติปัญญา ด้านการคิด ทางสังคมโดยเฉพาะถ้าจัดให้ผู้เรียนฝึกการทำงานร่วมกัน

วัชร เล่าเรียนดี (2547) กล่าวว่าเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมการอ่านเชิงวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และให้สรุปเนื้อหาเพื่อช่วยในการพัฒนาความคิดรวบยอดและสรุปสาระสำคัญ และยังสามารถพัฒนาผู้เรียนทางสังคมได้อีกด้วย

อดิเรก เฉลียวฉลาด (2550) กล่าวว่าเทคนิค KWDL เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลายจากขั้นตอนที่กำหนด และสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด พร้อมทั้งเหตุผลประกอบได้ รวมทั้งผู้เรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ รู้จักหน้าที่ที่มีความรับผิดชอบเพื่อให้กลุ่มของตนเองประสบความสำเร็จ

ปรียา สิริระบุตร (2558) กล่าวว่าเทคนิค KWDL เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการใช้คำถาม เพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา เน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ตามขั้นตอน และสามารถหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีที่สุด พร้อมทั้งสามารถให้เหตุผลประกอบได้อย่างชัดเจน

จากประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้เทคนิค KWDL สรุปได้ว่า เทคนิค KWDL จะช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทางด้านสติปัญญา พัฒนาทางสังคม และสามารถช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เกิดผลสะท้อนหลายรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเป็นผู้แก้ปัญหาที่ดี ซึ่งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนเปรียบเทียบแยกแยะก่อนสรุปผลอีกด้วยและช่วยให้นักเรียนมีความสามารถแตกต่างกันทั้งนักเรียนอ่อน ปานกลาง เก่ง มีโอกาสได้รับการเรียนรู้ ฝึกฝนอย่างเป็นระบบขั้นตอนร่วมกัน

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

นักวิชาการศึกษาได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ไว้ดังนี้

Shaw and Other (1997) กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เทคนิค K-W-D-L ไว้ดังนี้

K คือ รู้อะไรอยู่บ้างแล้ว

ขั้นตอนนี้ ผู้อ่านระดมความคิดเกี่ยวกับเรื่องทีอ่านว่ารู้อะไรอยู่บ้าง แล้วครูทำหน้าที่บันทึกคำตอบและช่วยนักเรียนจัดหมวดหมู่ของข้อมูลเหล่านั้น ช่วยอธิบายความเข้าใจที่อาจคลาดเคลื่อน หรือช่วยอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาเป็นกลุ่ม ขั้นตอน K จะเกี่ยวข้องกับการอ่านโจทย์ปัญหาตีความ ถกแถลงเกี่ยวกับข้อมูลที่ให้มาอาจรวมทั้งกระบวนการวิธีอื่น เช่น ลงมือปฏิบัติตามที่ปัญหา กำหนดวาดรูปทำแผนภูมิ เพื่อว่านักเรียนจะได้เข้าใจปัญหาและรู้ว่าตนรู้อะไรบ้างแล้วเกี่ยวกับปัญหานั้น

W คือ ต้องการจะรู้อะไร

ด้วยการชี้แนะจากครู นักเรียนจะบอกสิ่งที่พวกเขาต้องการเรียนรู้ได้ บ่อยครั้งนักเรียนจะมีคำถามที่ยังไม่ได้ตอบในเรื่องที่อ่าน หรือนักเรียนอาจยกหัวข้อที่ยังไม่ได้ถกแถลงกันขึ้นมา และต้องค้นหาจากแหล่งความรู้อื่น เพื่อที่จะหาคำตอบและข้อมูลเหล่านั้น

สำหรับการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นตอน W จะเกี่ยวข้องกับการคัดกรองของกลุ่มในเรื่องที่โจทย์ถามว่าคำถามคืออะไร และคำถามนั้นหมายความว่าอย่างไร ส่วนขั้นตอนที่ว่าต้องการรู้อะไรนั้น อาจเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของนักเรียนในการวางแผนจะแก้ปัญหา พวกเขาอาจตกลงกันว่าจำเป็นต้องไปหาข้อมูล และต้องตัดสินใจว่าจะไปหาแหล่งข้อมูลที่ไหน หรือบางครั้งอาจทำพล หรืออาจคุยกับใคร หรืออาจต้องทำการวัด การทดลอง

L คือ ได้เรียนรู้อะไร

ขั้นตอนนี้ Ogle (1986) ให้นักเรียนอ่านในใจและบันทึกว่ารู้อะไรบ้าง แล้วนำมาเล่าสู่กันฟัง แล้วบันทึกไว้ ขั้นตอนนี้ช่วยให้นักเรียนได้ขีดเคลาและขยายความคิดเห็นทั้งกระบวนการอ่านและกระบวนการเรียน

ในการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นตอน L นี้ประสงค์ให้นักเรียนบอกคำตอบรวมทั้งอธิบาย และชี้แจงถึงขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหา พวกเขาอาจจะให้ผู้อื่นช่วยตรวจสอบเพื่อความแน่ใจ หรือพวกเขาอาจพูดกันถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบของพวกเขาเอง กลุ่มนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมให้เห็นผลสะท้อนและได้เขียนเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปที่ได้เรียนรู้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนกลุ่มหนึ่งอาจเขียนและพูดเกี่ยวกับเรื่องวิธีวาดภาพช่วยได้อย่างไร หรือการที่พวกเขาได้ใช้กระบวนการวิธีเดาและตรวจสอบอย่างไร

นอกจากขั้นตอนของ Ogle (1986) แล้วในทางคณิตศาสตร์ได้เพิ่มขั้นตอน D อีก 1 ขั้นตอนโดยจัดไว้อันดับที่ 3 ก่อนขั้นตอน L

D คือ ได้ทำอะไรไปบ้าง

สมาชิกของกลุ่มได้ใช้แบบบันทึกในขณะที่ช่วยกันแก้ปัญหา ขั้นตอน รู้อะไรบ้างแล้ว และต้องการจะรู้อะไร นั้นได้ช่วยให้พวกเขาเข้าใจปัญหา และวางแผนที่จะแก้ไขแล้วจึงประเมิน

คำตอบส่วนการบรรยายว่า ได้ทำอะไรไปบ้าง ตามที่บันทึกไว้นั้นช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีสติ คำนึงถึงแผนและกระบวนการดำเนินงานที่พวกเขาได้ใช้ในขณะทำงานร่วมกันในการแก้ปัญหา

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547) ได้นำเทคนิค KWDL มาปรับปรุงแบบการเรียนรู้การสอนและกิจกรรมให้เหมาะสมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ทบทวนความรู้เดิมโดยการยกสถานการณ์ปัญหาในเรื่องที่เรียนมาแล้ว
สนทนาซักถามนักเรียนให้ร่วมกันตอบคำถาม

1.2 แจกจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบ และบทบาทการทำงานกลุ่ม

1.3 เร้าความสนใจ โดยใช้เกมคณิตศาสตร์

2. ขั้นตอนสอนเนื้อหาใหม่

2.1 ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนทั้งชั้น แล้วให้นักเรียน
ร่วมกันอ่านโจทย์และแก้ปัญหา ตามแผนผัง KWDL ดังนี้

K ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ

W ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนแก้โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์พร้อมเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

D ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแผนที่วางไว้

L ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปแก้ปัญหา และอธิบายตามแผนที่วางไว้

2.2 นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อยโดยครูแนะนำ ด้วยการแบ่งนักเรียนเป็น
กลุ่มๆ ละ 4 คน ร่วมกันปฏิบัติตามบัตรกิจกรรม KWDL

3. ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระ

3.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน (อาจใช้กลุ่มเดิมหรือจัดใหม่)

3.2 ให้นักเรียนร่วมกันทำแบบฝึกทักษะที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโดยตรงและ
สถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างจากตัวอย่าง เพื่อฝึกทักษะการนำไปใช้จากแบบฝึกที่ครูสร้างขึ้น

3.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มของสมาชิก
ในกลุ่มของตน

4. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล

4.1 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระสำคัญของการเรียนรู้

4.2 ครูประเมินผลการเรียนรู้ในด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะการ
แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบประจำหน่วย

4.3 นักเรียนเสนอแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการทำงานร่วมกัน
เพื่อประสิทธิภาพการพัฒนาการทำงานของกลุ่ม

วัชรวิภา เล่าเรียนดี (2547) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ไว้ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการสอน 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ชี้นำ

- 1.1 ทบทวนความรู้เดิม
- 1.2 แจงจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.3 ได้รับความสนใจด้วยเกมคณิตศาสตร์

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

2.1 ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนทั้งชั้นแล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านโจทย์และแก้ปัญหาตามแผนผัง KWDL ดังนี้

K ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ

W ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและวางแผนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

D ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

L ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการแก้ปัญหา

2.2 นักเรียนฝึกปฏิบัติการเป็นกลุ่มย่อย โดยครูคอยแนะนำด้วยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 – 5 คน ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม KWDL

3. ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระ นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้นโดยเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน และสถานการณ์อื่น ๆ

4. ขั้นสรุปทบทวนและประเมินผลนักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ มีการซ่อมเสริมเมื่อนักเรียนยังไม่เข้าใจ

สุภาภรณ์ ทองใส (2548) ได้นำเทคนิค KWDL มาใช้ในการสอนเรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละ 4 – 5 คน แบบคละความสามารถมีการช่วยเหลือกันและกันภายในกลุ่มให้งานประสบความสำเร็จประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 ชี้นำและทบทวนบทเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ ครูและนักเรียนร่วมกันเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค KWDL ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

2.1 ครูนำเสนอโจทย์ปัญหา ให้ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อหาความสัมพันธ์ของโจทย์และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

2.3 ครูและนักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา โดยเขียนประโยคสัญลักษณ์ หาคำตอบ และตรวจสอบคำตอบที่ได้

2.4 ครูและนักเรียนสรุปการแก้ปัญหาและอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะและการนำไปใช้ โดยให้นักเรียนฝึกปฏิบัติในบัตร
กิจกรรมตามลำดับขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปร่วมกัน สรุปโดยครูและนักเรียน

ขั้นตอนที่ 5 ครูและนักเรียนประเมินผลร่วมกัน

ปรียา สิทธิระบุตร (2558) ได้สร้างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ดังนี้

1. นำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ทบทวนความรู้เดิมโดยการยกสถานการณ์ปัญหาในเรื่องที่เรียนมาแล้ว
สนทนาซักถามนักเรียนให้ร่วมกันตอบคำถาม

1.2 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ และบทบาทการทำงานกลุ่ม

1.3 ไร่้ความสนใจด้วยสื่อและกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

2. ขั้นจัดการเรียนรู้

2.1 ขั้นนำเสนอเนื้อหาต่อนักเรียนกลุ่มใหญ่ ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา
แล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านโจทย์ และแก้ปัญหาตามแผนผัง KWDL ดังนี้

K : ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ หรือสิ่งที่รู้เกี่ยวกับ
โจทย์

W : ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และวางแผนแก้
โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์พร้อมทั้งเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดพร้อมให้เหตุผลประกอบ

D : ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่ได้วางไว้

L : ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการแก้ปัญหา และอธิบายตามแผนที่ได้วาง
ไว้

2.2 ขั้นกิจกรรมกลุ่มย่อย นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อยโดยครูคอยแนะนำ
ด้วยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 -5 คน ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม KWDL ตัวแทนแต่ละกลุ่ม
ออกมาแนะนำการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

2.3 ขั้นฝึกโดยอิสระ นักเรียนจับคู่ฝึกแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ตาม
บัตรกิจกรรม KWDL

3. ขั้นสรุปบทเรียน ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียน

4. ขั้นวัดผลและประเมิน

จากการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้สรุป ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล โดยอ้างอิงขั้นตอนเทคนิค KWDL ของ วิชา เล่าเรียนดี (2547) ดังนี้

ขั้นที่ 1 K (What We Know) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องหาสิ่งที่โจทย์ให้มา
ขั้นที่ 2 W (What We Want to Know) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องหาสิ่งที่ต้องการรู้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และวิธีการแก้ปัญหาใช้วิธีการใดได้บ้าง โดยครูมีหน้าที่คอยชี้แนะ เพื่อให้ นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการได้

ขั้นที่ 3 D (What We Do to Find Out) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องทำการแก้ปัญหาให้ได้คำตอบ โดยนักเรียนต้องตระหนักว่านักเรียนนั้นมีวิธีการแก้ปัญหายังไร จะใช้ความรู้ที่มีมาใช้ในการแก้ปัญหานี้อย่างไร เราต้องทำอะไร และเราทำอะไรแล้วบ้าง

ขั้นที่ 4 L (What We Learned) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสรุปความรู้ว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากการแก้ปัญหาและให้เหตุผลความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้ โดยสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนรู้จากโจทย์ และตอบคำถามได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร คำตอบที่ได้คืออะไร และได้มาอย่างไร

ผู้วิจัยได้สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถนำเอาความรู้ที่เรียนมาแล้วและเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครูผู้สอน การนำเอาการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ จะทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นขั้นตอน มีการหาสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการ พร้อมทั้งวางแผนการแก้ปัญหานั้นนำไปสู่การหาผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น K คือ ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและทบทวนความรู้เดิม จากนั้นเสนอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่นำไปสู่ความขัดแย้งทางปัญญา ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาว่าให้อะไรมาบ้าง ในขั้น K (What We Know) ต้องใช้เนื้อคณิตศาสตร์เรื่องใดมาใช้ในการแก้ปัญหา นั้นเป็นการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 ขั้นแสวงหาคำตอบ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W คือ ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ค้นหาคำตอบโดยอิสระ เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาและสะท้อนความคิดกับผู้เรียนคนอื่น ๆ ซึ่งผู้เรียนจะต้องรู้ว่าสถานการณ์ปัญหานี้ต้องการรู้อะไร ในขั้น W (What We Want to Know) แล้วผู้เรียนต้องบอกถึงความสัมพันธ์ของปัญหากับการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และแปลงปัญหาให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น D และ ขั้น L คือ ผู้สอนสุ่มตัวแทนผู้เรียน 3 – 4 คน นำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยผู้เรียนทุกคนร่วมกันคิด วิเคราะห์ ใช้เหตุผลและความเข้าใจของตนเองตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและการหาคำตอบที่ตัวแทนนำเสนอ เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม จากนั้นผู้เรียนดำเนินการหาผลลัพธ์ ในขั้น D (What We Do to Find Out) เพื่อนำไปสู่การสรุปผลและสร้างความรู้ขึ้นมา ในขั้น L (What We Learned) เราได้เรียนรู้อะไรบ้างจากสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL คือ ผู้สอนให้ผู้เรียนได้นำความรู้และทักษะที่ได้ไปใช้อธิบายและแก้ปัญหาในการทำงาน จะได้ฝึกการทำให้โจทย์ปัญหาโดยใช้ตาราง KWDL เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหายังเป็นระบบ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

นักวิชาการศึกษาได้กล่าวถึง ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ดังนี้

Deutsch (1962) และ Johnson & Johnson (1991) กล่าวว่า การร่วมมือกันคือการทำงานร่วมกันภายในกิจกรรมที่ทำร่วมกันนี้ แต่ละคนจะแสวงหาผลลัพธ์ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และประโยชน์ต่อสมาชิกคนอื่น การเรียนรู้แบบร่วมมือใช้ในการสอนกลุ่มเล็ก ๆ ที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการเรียนสูงสุดแก่ตนเองและกันและกัน ในสถานการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือจะมีการพึ่งพากันทางบวก ในการมุ่งผลสำเร็จของผู้เรียน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ กระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียน ได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งเป็นลักษณะการรวมกลุ่มที่มีโครงสร้างชัดเจน มีการทำงาน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาค้ำซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

วิลลาร์ด สุนทรโรจน์ (2546) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ คือ กระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งต่างคนต่างช่วยกันเรียนรู้ด้านเนื้อหาโดยละความสามารถ กลุ่มละประมาณ 4 คน ประกอบด้วยนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน การแบ่งกลุ่มแบบนี้จะทำให้คนเก่งเอื้ออาทรช่วยเหลือคนปานกลาง และคนอ่อนมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น มีความเป็นผู้นำมากขึ้น ส่วนคนกลางก็จะเรียนรู้วิธีเรียนจากคนเก่งและเอื้ออาทรต่อคนอ่อน คนอ่อนก็จะได้รับความช่วยเหลือและส่งเสริมจากคนเก่ง

และคนปานกลาง ซึ่งจะช่วยลดปัญหาในการสอนซ่อมเสริม ดังนั้นการจัดกระบวนการกลุ่มครูจึงต้องศึกษาหลักการให้ละเอียด เพื่อให้สมาชิกกลุ่มเรียนรู้ร่วมกัน และได้ความรู้เท่า ๆ กันหรือใกล้เคียงกัน

จากการศึกษาผู้วิจัยสรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความสามารถแตกต่างกัน เป็นนักเรียนเก่ง นักเรียนปานกลาง และนักเรียนอ่อน ตามอัตราส่วน 1 : 2 : 2 เนื่องจากมีจำนวนนักเรียนอ่อนเยอะ จึงคละจำนวนนักเรียนให้เหมาะสม และในการเรียนรู้แบบกลุ่มจะมีการทำงาน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน นักเรียนเก่งจะช่วยเหลือนักเรียนอ่อน นักเรียนปานกลางจะเรียนรู้จากนักเรียนเก่งและช่วยเหลือนักเรียนอ่อน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งกลุ่ม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำการแบ่งกลุ่มคละความสามารถของ วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2546) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม ว่าเป็น การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มคละความสามารถของนักเรียนตามอัตราส่วน 1 : 2 : 2 คือ นักเรียนที่เก่ง ปาน และนักเรียนที่อ่อน จะทำให้นักเรียนได้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม คนเรียนเก่งช่วยคนเรียนอ่อน คนเรียนปานกลางเรียนรู้จากคนเก่ง อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น และช่วยให้นักเรียนสามารถนำเอาความรู้ที่เรียนมาแล้วและเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนในกลุ่มกับนักเรียนระหว่างกลุ่ม จะทำให้นักเรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบ แก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น K คือ ผู้สอนแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน ด้วยอัตราส่วน 1 : 2 : 2 ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มให้ความสนใจและทบทวนความรู้เดิม จากนั้นเสนอสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่นำไปสู่ความขัดแย้งทางปัญญา ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาว่าให้อะไรมาบ้าง ในขั้น K (What We Know) ต้องใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใดมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นแสวงหาคำตอบ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W คือ ผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ค้นหาคำตอบโดยอิสระ เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา และสะท้อนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนจะต้องรู้ว่าสถานการณ์ปัญหานี้ต้องการรู้อะไร ในขั้น W (What We Want to Know) แล้วผู้เรียนต้องบอกถึงความสัมพันธ์ของปัญหากับการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และแปลงปัญหาให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น D และ ขั้น L คือ ผู้สอนสุ่มตัวแทนผู้เรียนกลุ่มละ 2 คนนำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อลดอาการตื่นเต้น โดยผู้เรียนในแต่ละกลุ่มจะต้องคิด วิเคราะห์ ใช้เหตุผลและความเข้าใจของตนเองตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและการหาคำตอบที่ตัวแทนนำเสนอ เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสม จากนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการหาผลลัพธ์ ในขั้น D (What We Do to Find Out) เพื่อนำไปสู่การสรุปผลและสร้างความรู้ขึ้นมา ในขั้น L (What We Learned) เราได้เรียนรู้อะไรบ้างจากสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL คือ ผู้สอนให้ผู้เรียนทุกคนได้นำความรู้และทักษะที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในการทำใบงานรายบุคคล ปรึกษากันได้ภายในกลุ่มตนเอง

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

นักวิชาการศึกษาได้กล่าวถึง ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ไว้ดังนี้

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัยประเภทหนึ่งซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ มีการวิเคราะห์ผลการปฏิบัติจากการใช้วงจรปฏิบัติใน 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การลงมือปฏิบัติจริง การสังเกต และการสะท้อนผลของการปฏิบัติ การดำเนินการต่อเนื่องไปจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่แก้ปัญหาได้จริง หรือพัฒนาสถานการณ์ของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส. วาสนา ประवालพุกษ์ และคณะ (2542) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยเชิงพัฒนาที่มุ่งแสวงหาแนวทางที่เหมาะสมเฉพาะตนในการปรับปรุง พัฒนา และประเมินตนเอง ซึ่งจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติการภาระงานนั้นเพื่อปรับปรุงและพัฒนาให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการให้การพัฒนานั้นเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน

สุวิมล ว่องวานิช (2543) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในห้องเรียนแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันทีและสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ของตนเองให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียนได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในแนวทางที่ได้ปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้น เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

บุญชม ศรีสะอาด (2545) ได้อธิบายเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าเป็นการวิจัยที่เป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอน ครูทุกคนสมควรนำวิธีการวิจัยลักษณะนี้ไปแก้ปัญหาหรือพัฒนา นักเรียน โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีลักษณะความสำคัญดังนี้

1. มุ่งแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานในหน้าที่ในชีวิตประจำวันของครูผู้วิจัย
2. มีการลงมือปฏิบัติหรือกระทำ ปรับปรุงให้ดีขึ้น ซึ่งอาจสามารถแก้ปัญหานั้นได้ตามแผนที่วางไว้
3. ผู้วิจัยอาจทำการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาของตนเองด้วยตนเองคนเดียว หรือทำวิจัยร่วมกันหลายคนก็ได้
4. เน้นการวิจัยเฉพาะที่ไม่ได้มุ่งการนำผลการวิจัยมาใช้ในการสรุปอ้างอิง หรือสรุป

ครอบคลุม กล่าวคือ ผู้วิจัยลงมือดำเนินการเพื่อการแก้ปัญหา

5. ในการดำเนินการวิจัย ครูผู้วิจัยอาจมีการเปลี่ยนแปลงในจุดมุ่งหมายและวิธีการเพื่อให้เกิดความเหมาะสมบรรลุเป้าหมายได้ดีขึ้นก็ได้

ประวิต เอราวรรณ์ (2545) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า การวิจัยที่ผู้วิจัยเข้าไปมีส่วนร่วมในกระบวนการปฏิบัติ เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการที่ถูกต้องในการปรับปรุงและแก้ไข ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ และเป็นที่น่าพอใจ

สุรัตน์ภรณ์ ศาสตร์นอก (2550) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นกระบวนการหาคำตอบที่ใช้ระเบียบวิธีวิจัย ไปพัฒนาหรือแก้ไขกลุ่มเป้าหมายในเรื่องที่ศึกษาได้อย่าง ทันท่วงที และผลการวิจัยนั้นก็ยังคงดำเนินการต่อไปในการพัฒนานั้น ๆ แต่ไม่ได้มุ่งที่จะนำผลที่ได้ไปใช้กับสถานการณ์อื่นหรือกลุ่มประชากรอื่น

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2551) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการศึกษารวบรวม แสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ทั้งในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของงานที่รับผิดชอบ โดยผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธี และหลายๆครั้งจนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุวัตถุประสงค์หรือแก้ปัญหาที่พบอยู่ได้สำเร็จ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

จากการศึกษา ผู้วิจัยสรุปความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ว่า เป็นรูปแบบวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอน เพื่อแก้ปัญหาด้านสถานการณ์ปัญหาในชั้นเรียนนั้น ๆ ให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยสามารถแก้ไขปรับปรุง และพัฒนาให้ดีขึ้นได้โดยผู้วิจัย และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียนต่อไป

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

นักวิชาการศึกษาได้กล่าวถึง ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ไว้ดังนี้

Kemmis & McTaggart (1988) ได้กล่าวถึง การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการนำไปใช้ เพื่อพัฒนาปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนจริงในโรงเรียนโดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไข ครูและผู้เกี่ยวข้องอาจเป็นครูท่านอื่น ๆ ที่สอนร่วม นักเรียน ผู้ปกครอง หรือผู้บริหารวางแผนกันสำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่ามีอย่างไร ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับใครบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องการแก้ไขคืออะไร ปัญหานี้เกี่ยวข้องกับใครบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีการใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เนื้อหาบางหัวข้อในแบบเรียนจะต้องตัดทอนหรือขยายความเพิ่มเติม ผู้บริการจะต้องรับทราบการเปลี่ยนแปลงและให้การสนับสนุนเป็นต้นในขั้นตอนของการวางแผน จะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้อง การใช้แนวคิดวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจะช่วยให้มองเห็นสภาพการณ์ของปัญหาชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดในขั้นวางแผนมาดำเนินการลงมือปฏิบัติมีการใช้การวิเคราะห์ประกอบไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ จากการลงมือปฏิบัติจะเป็นข้อมูลย้อนกลับว่าแผนที่วางไว้เหมาะสมหรือไม่ปฏิบัติจริงได้มากน้อยเพียงใด และอาจมีอุปสรรคอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องโดยไม่คาดคิด ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่น ถูกต่อต้านจากผู้บริหารหรือนักเรียน ฉะนั้น แผนงานที่กำหนดไว้อาจยืดหยุ่นได้ นั่นคือการปฏิบัติการโดยมีลักษณะเป็น Fluid and Dynamic โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสมและมุ่งต่อการปฏิบัติเพื่อให้เกิด การเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ขณะที่การวิจัยดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้เป็นเรื่องที่แน่นอนว่าสภาพจริงนั้นต้องมีความราบรื่น อุปสรรค และข้อขัดแย้งบางประการ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องการมีสังเกตการณ์ ควบคู่ไปด้วย ใช้การสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างระมัดระวังด้วยความใจกว้าง นั่นคือเปิดใจรับฟังความเห็นจากผู้เกี่ยวข้อง พร้อมกับการจดบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่ได้คาดหวัง สิ่งที่ต้องการทำการสังเกต คือกระบวนการเชิงการปฏิบัติ (The Action Process) ผลของการปฏิบัติการ (The Effect of Action) ซึ่งอาจเกิดโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ได้ และสภาพแวดล้อมและข้อจำกัดของการปฏิบัติการ (The Circumstances and Constraints) การสังเกตนี้รวมถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้น จากการปฏิบัติทั้งโดยการเห็นด้วยตา การได้ฟัง และการใช้เครื่องมือแบบทดสอบวัดผลออกมาในเชิงตัวเลขหรือใช้แบบสำรวจ แบบสอบถามวัดสิ่งที่ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลง

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนการปฏิบัติการ (Reflect) ขั้นสุดท้ายของวงจรการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการ ปัญหาหรือสิ่งที่จำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับ

สภาพสังคม สภาพแวดล้อมของโรงเรียน และของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการอภิปรายปัญหาการประเมินโดยกลุ่มจะทำให้เห็นแนวทางการพัฒนาขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรม และเป็นพื้นฐานข้อมูลที่น่าไปสู่การปรับปรุงและการวางแผนต่อไป

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์ หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามประสบการณ์ ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผน ภายใต้การไตร่ตรองถึงปัจจัยสนับสนุนขัดขวางความสำเร็จในการแก้ไข ปัญหาการต่อต้าน รวมทั้งสภาวะการณ์ เงื่อนไขอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ในเวลานั้น โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่น ทั้งนี้เพื่อจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต

2. การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้อย่างระมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้มีโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขและข้อจำกัด ของสภาวะการณ์เวลานั้น ได้ด้วยเหตุนี้แผนปฏิบัติ การที่ดีจะต้องมีลักษณะเป็นเพียงแผนชั่วคราว ซึ่งเปิดช่องให้ผู้ปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไข และปัจจัยที่เป็นอยู่ในขณะนั้น การปฏิบัติการที่ดีจะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเป็นพลวัตรภายใต้การใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ

3. การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ตลอดจนประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติการตามแผนว่ามีสภาพหรือลักษณะเป็นอย่างไร การสังเกตการณ์ที่ดีจะต้องมีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างคร่าวๆ โดยจะต้องมีขอบเขตไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและผลการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นตามมา

4. การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึกข้อมูลไว้จากการสังเกตในเชิงวิพากษ์กระบวนการและผลการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ ตลอดจนการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการพัฒนา รวมทั้งประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับ โดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินผลการปฏิบัติงาน ระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัย จะเป็นวิธีการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานตามแนวทางดั้งเดิมไปเป็นการปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ ซึ่งใช้เป็นข้อมูล

พื้นฐานสำหรับการทบทวน และปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบหรือใกล้เคียงต่อไป

วีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558) กล่าวถึงขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า กระบวนการวิจัยเมื่อกล่าวในเชิงการนำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติงานในโรงเรียนสามารถอธิบายการดำเนินการตามวงจรได้ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Planning) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาร่วมกันระหว่างบุคลากรภายในโรงเรียน เพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญที่ต้องการให้แก้ไข ตลอดจนการแยกแยะรายละเอียดของปัญหานั้นเกี่ยวกับลักษณะของปัญหาเกี่ยวข้องกับใคร แนวทางแก้ไขอย่างไร และจะต้องปฏิบัติอย่างไร

2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการนำแนวคิดที่กำหนดเป็นกิจกรรมในขั้นวางแผนมาดำเนินการ โดยวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันกับทีมงานประกอบไปด้วยเพื่อทำการแก้ไข ปรับปรุงแผน ฉะนั้นแผนที่กำหนดควรจะมีที่ยืดหยุ่นและปรับได้

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วยความรอบคอบ ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งที่คาดหวังและไม่คาดหวัง โดยต้องอาศัยเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ต่าง ๆ เข้าช่วย

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยทำการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา หรือสิ่งที่เป็นข้อจำกัดอันเป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มผู้เกี่ยวข้องจะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคม สิ่งแวดล้อม และระบบการศึกษาของโรงเรียนที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการร่วมอภิปรายปัญหา และการประเมินโดยกลุ่ม ซึ่งจะทำได้แนวทางของการพัฒนาและขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม เพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การปรับปรุงและวางแผนการปฏิบัติต่อไป

กิตติพร ปัญญาวิทยุโณผล (2557) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. แผน (Plan) แนวทางปฏิบัติซึ่งตั้งความคาดหวังไว้เป็นการมองไปในอนาคตข้างหน้า การกำหนดแผนทั่วไปต้องมีความยืดหยุ่น เพื่อที่จะสามารถปรับให้เข้ากับเปลี่ยนแปลงและความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นได้ กิจกรรมที่เลือกเข้ามากำหนดในแผนต้องได้รับการเลือกสรรว่าดีกว่ากิจกรรมอื่น ๆ ส่งผลต่อการแก้ปัญหาในระดับหนึ่ง ผู้ร่วมงานจะต้องให้ความร่วมมือในการอภิปราย (ทั้งในแง่ทฤษฎีและปฏิบัติ) เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ และปรับปรุงการกำหนดแผนงานที่จะสามารถปฏิบัติได้จริงในสภาพการณ์ที่เป็นอยู่

2. การปฏิบัติ (Act) การปฏิบัติจะดำเนินการตามแผนที่วางไว้อย่างมีเหตุผลและมีการควบคุมอย่างสมบูรณ์ แต่การปฏิบัติจากแนวทางที่วางไว้มีโอกาสพลิกผันแปรตามสถานการณ์และบุคคล แผนที่วางไว้สำหรับการปฏิบัติจะต้องสามารถปรับแก้ไขได้ และสามารถปรับปรุงไปได้เรื่อย ๆ ตามผลการตัดสินใจเกี่ยวกับการกระทำนั้น ๆ

3. การสังเกต (Observe) ทำหน้าที่เก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับผลที่ได้จากการปฏิบัติงาน มีรายงานหลักฐานที่มาจากวิจรณ์ญาณการสังเกตอย่างรอบคอบและระมัดระวัง การสังเกตเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากการปฏิบัตินั้นจะมีข้อจำกัด ข้อขัดแย้งของสภาพความเป็นจริงและข้อขัดแย้งทั้งหมดเหล่านี้ไม่เคยชัดเจนและไม่มีทางคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าได้ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตต้องมาจากหลายแง่มุมในทุก ๆ ด้าน ผู้วิจัยเชิงปฏิบัติการต้องรายงานผลการสังเกตอย่างครบถ้วน นอกจากนี้การสังเกตในขั้นนี้หมายรวมถึงการสังเกตกระบวนการของการปฏิบัติและผลของการปฏิบัติ โดยที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจสังเกตสถานการณ์ข้อขัดข้องของการปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแผนการดำเนินงาน

4. การสะท้อน (Reflect) มีลักษณะเป็นการประเมินอย่างหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องตัดสินใจจากประสบการณ์ของตนว่า ผลของการปฏิบัติเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการที่ตั้งไว้หรือไม่ ตรวจสอบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นการวางแผนในการปฏิบัติในวงจรต่อไป

จากการศึกษา ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ว่าเป็นการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาการเรียนการสอนจริงในโรงเรียน โดยผู้วิจัยอ้างอิงขั้นตอนการดำเนินการของ วีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558) มาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Planning) เป็นการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาโดยเริ่มจากการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา โดยทำการศึกษาจากตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหา

2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงแผน

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตนักเรียนที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) เป็นการสะท้อนผลที่ได้จากการปฏิบัติงานในขั้นต่าง ๆ โดยทำการประเมินหรือตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา สิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการ เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงานเพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

3. กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

นักวิชาการศึกษา ได้กล่าวถึง กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ไว้ดังนี้

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2537) กล่าวว่า กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการมีขั้นตอนสำคัญ ในการดำเนินการดังนี้

1. การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา ผู้วิจัยและกลุ่มที่ทำการวิจัย จะต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่จะศึกษาอย่างชัดเจน ปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนที่จะทำการวิจัย เชิงปฏิบัติการจะต้องมีทฤษฎีรองรับในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น การวิเคราะห์สภาพปัญหา (The Matic Concern) ควรพิจารณาให้ครบ 4 องค์ประกอบดังนี้ ปัญหาที่เกี่ยวกับครู นักเรียน เนื้อหาวิชา และสภาพแวดล้อม

2. เลือกปัญหาสำคัญที่ควรค่าแก่การศึกษาวิจัย เลือกโดยอาศัยทฤษฎีมาร่วมพิจารณาลักษณะของปัญหา แล้วสร้างวัตถุประสงค์ของการวิจัย ตลอดจนอาจจะต้องสร้างสมมติฐานของการวิจัยในรูปแบบข้อความที่ต้องการจะประเมินซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการหรือทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

3. เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่จะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้เครื่องมือที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติตามวิธีการ เช่น อุปกรณ์การเรียนการสอน เป็นต้น และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4. บันทึกเหตุการณ์อย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย ซึ่งส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับข้อมูลเพื่อให้แน่ใจถึงความถูกต้อง แสดงรายละเอียดสถานการณ์ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามเกณฑ์ที่เหมาะสม เปรียบเทียบข้อแตกต่าง และความคล้ายคลึงกันของข้อมูล

5. ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มวิจัยได้พิจารณาไว้อีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุและวิธีแก้ปัญหานั้นตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยสรุปประมวล เป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติ หรือเสนอเชิงทฤษฎี (Theory) ทั้งนี้ ต้อง อาศัยหลักตรรกวิทยาโดยวิธีอุปมา (Inductive) และความรู้เชิงทฤษฎีของผู้วิจัย

วีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558) กล่าวถึงขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า กระบวนการวิจัยเมื่อกล่าวในเชิงการนำไปใช้เพื่อพัฒนาและปรับปรุงการปฏิบัติงานในโรงเรียนสามารถ อธิบายการดำเนินการตามวงจรได้ดังนี้

1. การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา โดยผู้วิจัยต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่ศึกษาอย่างชัดเจน ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียนที่จะทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จะต้องศึกษาค้นคว้าทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาเหล่านั้น ๆ ให้กว้างพอสมควร

2. เลือกปัญหาสำคัญที่เป็นสาระแก่การศึกษาวิจัย โดยอาศัยพื้นฐานจากหลักการ และทฤษฎีมาใช้ในการวิเคราะห์ให้เห็นลักษณะของปัญหา แล้วสร้างวัตถุประสงค์และสมมุติฐานของการวิจัยในรูปแบบข้อความที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการทฤษฎี

3. เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่ช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติหรือการฝึกหัด ตามวิธีการ และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นผลจากการปฏิบัติการ เช่น แบบทดสอบแบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4. บันทึกเหตุการณ์อย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการวิจัย ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้าและที่เป็นอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการทั้ง 4 ขั้นตอน โดยจะต้องเก็บสะสมข้อบันทึกต่าง ๆ ไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติในรอบต่อไป และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้วิเคราะห์หาคำตอบของสมมุติฐาน

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ในด้านต่าง ๆ ของข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลเพื่อให้มั่นใจในความถูกต้อง แสดงรายละเอียดในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามหัวข้อที่เหมาะสม เปรียบเทียบข้อแตกต่างและความคล้ายคลึงของข้อมูล แต่ละประเภทโดยการวิเคราะห์อย่างลึกซึ้งร่วมกับกลุ่มผู้วิจัย

6. ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มวิจัยได้ร่วมกันพิจารณาไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุ วิธีการแก้ปัญหา และผลที่ได้รับตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด หากผู้วิจัยสามารถทำการประมวลและสรุปเป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติ ข้อเสนอเชิงทฤษฎี (Proposition) หรือทฤษฎี (Theory) ของปฏิบัติการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ ทั้งนี้ ต้องอาศัยหลักตรรกวิทยา โดยวิธีอุปนัย (Induction) และความรู้เชิงทฤษฎีของผู้วิจัยเป็นสำคัญ

จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยเลือกใช้กระบวนการของ วีรยุทธ์ ชาตะกาญจน์ เนื่องจากมีความละเอียดของกระบวนการ และสามารถปฏิบัติได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การจำแนกหรือพิจารณาปัญหาที่ประสงค์จะศึกษา ผู้วิจัยต้องศึกษาถึงรายละเอียดส่วนประกอบของปัญหาของโรงเรียนที่จะทำการวิจัย และศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้ครอบคลุม

2. วิเคราะห์ปัญหา และเลือกปัญหาที่สำคัญแก่การศึกษาวิจัย โดยอาศัยหลักการ และทฤษฎีที่ได้ศึกษามาข้างต้น แล้วสร้างวัตถุประสงค์และสมมุติฐานของการวิจัยในรูปแบบข้อความที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของปัญหากับหลักการทฤษฎี

3. เลือกเครื่องมือดำเนินการวิจัยที่ช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งได้จากการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหา โดยเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ เครื่องมือ ที่ใช้ในการทดลองหรือปฏิบัติ และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นผลจากการ ปฏิบัติการ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4. บันทึกเหตุการณ์ระหว่างการแก้ปัญหาอย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอน ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้า และที่เป็นอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการทั้ง 4 ขั้นตอน โดยจะต้องเก็บข้อบันทึกต่าง ๆ ไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติในรอบต่อไป และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้วิเคราะห์เพื่อหาคำตอบของสมมุติฐาน

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ ทั้งส่วนของข้อมูลเชิงคุณภาพ ทำการตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูล แสดงรายละเอียดในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ จัดหมวดหมู่ และ แยกประเภทของกลุ่มข้อมูล เปรียบเทียบข้อแตกต่างและความคล้ายคลึงของข้อมูล แต่ละประเภทโดยใช้การวิเคราะห์ของผู้วิจัย

6. ตรวจสอบข้อมูลที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุวิธีการแก้ปัญหา และผลที่ได้รับตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งสามารถทำการประมวล และสรุปเป็นหลักการ (Principle) รูปแบบ (Model) ของการปฏิบัติ ข้อเสนอเชิงทฤษฎี (Proposition) หรือทฤษฎี (Theory) ของปฏิบัติการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ

อรสินี ริดจันทร์ (2552) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ และศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติผลวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนตาม แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.76/86.43 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ นักเรียนที่

เรียนใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์และนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติมีความ คงทนในการเรียนรู้

สุภาพร ปิ่นทอง (2554) ได้ทำการศึกษารเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์เรื่องอสมการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องอสมการ และเจตคติต่อการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS กกับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL และ เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ กับเกณฑ์ โดยมีกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนแสมดำ จังหวัด กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม Cluster Random Sampling เพื่อเลือกกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ใช้เวลาในการทดลอง 18 คาบ คาบ ละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ SSCS และแผนการ จัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบแผนการทดลองแบบ Randomized Control-Group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test for Independent Samples ใช้สถิติ t-test for Dependent Samples และใช้สถิติ t-test for One Sample ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้ เทคนิค KWDL มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ สูงกว่าก่อนได้รับการ สอนโดยใช้รูปแบบ SSCS กกับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL มีความสามารถ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ หลังได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอน โดยใช้เทคนิค KWDL ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนที่ ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS กกับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ไม่แตกต่างกัน 4) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และ การสอนโดยใช้เทคนิค KWDL มีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้ รูปแบบ SSCS กกับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 5) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS กกับการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL มีเจตคติต่อการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี (2556) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตาม รูปแบบการจัดการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เทคนิคระดมสมองและโปรแกรม The Geometer's

Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์โดยใช้เทคนิคระดมสมองและโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์นั้นนักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภูเดช วรโกชน์ (2559) ได้ศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และศึกษาสาเหตุของปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธวัชบุรีวิทยาคม พบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนมากมีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่า 1 คิดเป็นร้อยละ 57.14 2) สาเหตุของปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่ได้ วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้มาใช้ในการแก้ปัญหา ส่วนแนวทางในการแก้ปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ ควรปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายโดยฝึกให้เด็กคิดมากขึ้น เป็นปัญหาที่พบเจอบ่อย และเพิ่มเวลาการฝึกแก้ปัญหาให้มากขึ้น โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

จันทร์หา เทศหัน (2560) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดย 2.1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่องระบบสมการเชิงเส้น 2.2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียน 2.3) ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น โดยดำเนินการกระบวนการวิจัยและพัฒนา 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ผู้วิจัยดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 4 เรื่อง แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L จากนั้นนำไปหาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น และแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ ชั้นที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเขาทรายทับคล้อพิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงแบบแผนการวิจัย คือ One Group Pretest-Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติการทดสอบที่ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนการกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นสอน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้ 2.1) ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา 2.2) ขั้นการไตร่ตรองกลุ่มย่อยตามเทคนิค 2.3) ขั้นเสนอการแก้ปัญหาต่อชั้นเรียน 3) ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา และพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.83/81.90 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L พบว่าด้านทำความเข้าใจปัญหาคิดเป็นร้อยละ 83.19 ด้านเลือกวิธีการแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 83.50 ด้านการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 82.31 และด้านสรุปหรือตอบคิดเป็นร้อยละ 82.44 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไปแล้ว 1 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กมลกานต์ ศรีธิ (2561) ได้ศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง เนื่องจากผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของประเทศที่เข้าร่วมองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางและผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวย โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจะเน้นการใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงเป็นเครื่องมือในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องภาคตัดกรวย ควรเน้นการใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวงกลมและวงรีในชีวิตประ

จำวันหรือที่นักเรียนเคยมีส่วนร่วมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ควรให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาโดยการค้นคว้าด้วยตนเอง ควรออกแบบใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอน ควรให้คำแนะนำเพิ่มเติมแก่นักเรียนเกี่ยวกับหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องวงกลมและวงรี เพื่อร่วมกันหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง

ชนน คันธาวัตร์ (2561) ได้ศึกษาการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และ 2) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 36 คน และใช้รูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ใบกิจกรรม แบบสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ และแบบประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพแบบการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่าแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับการเลือกสถานการณ์ที่มีความน่าสนใจหรือใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน ร่วมกับการใช้คำถามปลายเปิด และการอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น วิเคราะห์ ตีความประเมินผลลัพธ์ และความรอบคอบในการทำงานของนักเรียน สำหรับผลของการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีระดับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในระดับ 3-4 นั่นคือนักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ได้เหมาะสมและสอดคล้อง สามารถสร้างตัวแปรเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการทำกระบวนการเชิงคณิตศาสตร์ เลือกใช้หลักการ กลยุทธ์ได้อย่างถูกต้อง และสามารถเลือกสถานการณ์พร้อมอธิบายการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Wade (1995) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการสอนคณิตศาสตร์แบบแก้ปัญหา ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และใช้การวิจัยคุณภาพในการศึกษาเจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสังเกตและสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่าเจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้น

Harling (2004) ได้ศึกษามุมมองของนักเรียนเกรด 5 ในการเรียนรู้โดยวิธีสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจในเรื่องของความกดดันหรือความเครียด ซึ่ง

การศึกษาพบว่า นักเรียนมีความตระหนักในตัวเอง การเห็นคุณค่าความเข้าใจความรู้สึกของคนอื่น และเห็นคุณค่าของความสัมพันธ์ของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนหญิงได้คะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่านักเรียนชายทั้งกลุ่มนักเรียนชายและหญิงและกลุ่มของนักเรียนหญิงที่มีการพัฒนาขึ้น

Guzel & Berberoglu (2005) ได้ศึกษาการวิเคราะห์หลักสูตร สำหรับนักศึกษาต่างชาติ ในการประเมินผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาวบราซิล ญี่ปุ่น และนอร์เวย์ ซึ่งทั้ง 3 ประเทศมีความแตกต่างทางวัฒนธรรม โดยการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงเส้นเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการรู้การอ่านและการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2000 ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ เจตคติต่อการอ่าน ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน สภาพแวดล้อมในห้องเรียน ความสัมพันธ์ในครอบครัว การใช้เทคโนโลยี เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความรู้ด้านการอ่าน ผลวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ในประเทศบราซิล คือการใช้เทคโนโลยีในประเทศญี่ปุ่น คือ ความสัมพันธ์ในครอบครัวและในประเทศนอร์เวย์ คือ เจตคติต่อการอ่าน และในภาพรวมของทั้งสามประเทศ การรู้การอ่านมีอิทธิพลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการอ่านมีความสัมพันธ์ทางลบกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แต่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรู้การอ่าน นอกจากนี้สภาพแวดล้อมในห้องเรียน ความมีระเบียบวินัย มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

Doyle (2007) ได้ศึกษาและพิจารณาการเปลี่ยนแปลงลักษณะของการสอนและผลงานทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้ระยะเวลาการศึกษา 2 ปีกับนักเรียน 4 ห้องเรียน เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบจากการมอบหมายงานการจำลองตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในระดับปกติและระดับสูง ผลการศึกษาพบว่า การจำลองสถานการณ์ และการสร้างผลงานทางคณิตศาสตร์ในระดับสูงสามารถที่จะเสริมสร้างการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ โดยที่นักเรียนจะได้รับแนวทางในการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ และใช้คณิตศาสตร์ผ่านการสอนที่มีคุณภาพ อีกทั้งนักเรียนสามารถเข้าใจในเรื่องคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโลกได้ นอกจากนี้บทบาทสำคัญของครูสามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ทางบวก การสื่อสารแนวความคิดที่ชัดเจน และการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Koichu and Other (2007) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยทำการศึกษานักเรียนเกรด 8 จำนวน 2 ห้องเรียน 37 คน เป็นระยะเวลา 5 เดือน ซึ่งยุทธวิธีแก้ปัญหเป็นการศึกษาความสามารถ ส่วนตนในการใช้ยุทธวิธีของคำศัพท์ในการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหและการเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรของโรงเรียน เกี่ยวกับวิชาพีชคณิตและ

เรขาคณิต การพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหาของนักเรียนจะวิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยของผลการสัมภาษณ์การคิดของนักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยจากการทดสอบเจตคติของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนในกลุ่มเดียวกันมีความก้าวหน้าของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากการพัฒนาการรู้เรื่องยุทธวิธีแก้ปัญหา

Colin (2010) ได้ศึกษาการรู้เรื่องสถิติในโรงเรียน โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ ซึ่งได้แก่ ความตั้งใจเรียน การรับรู้ความสามารถของตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านมา กับตัวแปรเกณฑ์ คือ การรู้เรื่องสถิติ (การรู้เรื่องคณิตศาสตร์) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาและพบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ เพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรพยากรณ์กับตัวแปรเกณฑ์ดังกล่าว การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในประเทศออสเตรเลีย จำนวน 438 คน จากโรงเรียนจำนวน 8 โรงเรียน ใน 3 รัฐ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ความตั้งใจเรียนเป็นตัวส่งผ่านไปยังการรับรู้ความสามารถของตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นอกจากนี้ยัง พบว่า ความตั้งใจเรียน การรับรู้ ความสามารถของตนเอง ร่วมอธิบายความแปรปรวนของการรู้สถิติได้

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน และการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเรื่องที่เรียนและสามารถนำเชื่อมโยงความรู้เดิมที่เรียนมาก่อนหน้านี้มาแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้ อีกทั้งผู้เรียนจะเกิดทักษะทางคณิตศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ผู้วิจัยจึงใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้ KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 28 คน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. รูปแบบของวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมาย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบของวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) โดยใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติการมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Planning) เป็นการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาโดยเริ่มจากการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา โดยทำการศึกษาจากตำรา ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหา
2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติการ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กับขั้นตอนการปฏิบัติกล่าวคือ ในขณะที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ร่วมกับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออก พร้อมทั้งสัมภาษณ์นักเรียน

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) เป็นการสะท้อนผลที่ได้จากการปฏิบัติงานในขั้นต่าง ๆ และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกตการณ์ว่าดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงานเพื่อที่จะเริ่มต้นเข้าสู่วงจรปฏิบัติการต่อไป

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งได้มาโดยเลือกแบบเจาะจง โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ต่ำกว่าร้อยละ 60 จำนวน 28 คน ซึ่งแบบทดสอบที่ใช้วัดคือแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ของ PISA 2012 แบบอัตนัย 4 ข้อ คะแนนเต็ม 16 คะแนน (ดูได้จากภาคผนวกหน้า 237 - 242) ผลการวิเคราะห์คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถทางการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3

เลขที่	คะแนน (16)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60	เลขที่	คะแนน (16)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60	เลขที่	คะแนน (16)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60
1	8	ไม่ผ่าน	12	9	ไม่ผ่าน	23	2	ไม่ผ่าน
2	9	ไม่ผ่าน	13	7	ไม่ผ่าน	24	5	ไม่ผ่าน
3	9	ไม่ผ่าน	14	6	ไม่ผ่าน	25	11	ผ่าน
4	6	ไม่ผ่าน	15	8	ไม่ผ่าน	26	7	ไม่ผ่าน
5	8	ไม่ผ่าน	16	8	ไม่ผ่าน	27	5	ไม่ผ่าน
6	8	ไม่ผ่าน	17	7	ไม่ผ่าน	28	6	ไม่ผ่าน
7	5	ไม่ผ่าน	18	7	ไม่ผ่าน	29	9	ไม่ผ่าน
8	6	ไม่ผ่าน	19	11	ผ่าน	30	6	ไม่ผ่าน

ตาราง 8 (ต่อ)

เลขที่	คะแนน (16)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60	เลขที่	คะแนน (16)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60	เลขที่	คะแนน (16)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 60
9	3	ไม่ผ่าน	20	8	ไม่ผ่าน	31	5	ไม่ผ่าน
10	10	ผ่าน	21	9	ไม่ผ่าน			
11	6	ไม่ผ่าน	22	5	ไม่ผ่าน			

จากตาราง 8 พบว่านักเรียนในกลุ่มที่มีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 มีจำนวนทั้งสิ้น 28 คน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้

2. แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย เป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 4 ข้อ ในแต่ละข้อจะมี 3 คำถาม รวมทั้งหมด 32 คะแนน และในแต่ละข้อจะวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบ คือ ด้านสถานการณ์หรือบริบท ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบรูบิคสกอร์

3. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนบรบือ จุดมุ่งหมายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.2 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1.3 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง ภาคตัดกรวย จากหนังสือเรียนที่เกี่ยวข้อง ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดการวัดและการประเมิน สร้างตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาที่ดำเนินการสอน

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการจำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 3 แผน

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 4 แผน

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม จำนวน 3 แผน

โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และระยะเวลาที่กำหนดดังตารางต่อไปนี้

พูนุ ปณุ ทิโต ชีเว

ตาราง 9 การวิเคราะห์หน่วยแผนการเรียนรู้ในแต่ละวงจรงปฏิบัติการ เรื่อง ภาคตัดกรวย

วงจรง ปฏิบัติการ	แผนที่ สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
1	วงกลม	วงกลม คือ เซตของจุดทั้งหมดในระนาบที่ห่างจากจุดๆ หนึ่งที่ตรึงอยู่กับที่เป็นระยะทางคงตัว จุดที่ตรึงอยู่กับที่ เรียกว่า จุดศูนย์กลาง (center) ของวงกลม และส่วน ของเส้นตรงที่มีจุดศูนย์กลางและจุดบนวงกลมเป็นจุด ปลายเรียกว่า รัศมี (radius) ของวงกลม	1. นักเรียนสามารถบอกส่วนประกอบของวงกลมได้ (K) 2. นักเรียนสามารถสื่อสารด้วยการสร้างวงกลมจาก ส่วนประกอบที่กำหนดให้ได้ (P) 3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียน (A)	1
	วงกลมที่มีจุดศูนย์กลาง อยู่ที่จุด (0, 0)	สมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (0, 0) และมีรัศมียาว r หน่วย คือสมการ $x^2 + y^2 = r^2$ และมีสมการทั่วไปคือ $x^2 + y^2 - r^2 = 0$	1. นักเรียนสามารถหาสมการวงกลมจากสิ่งที่กำหนด ให้ได้ (K) 2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเรื่องวงกลมได้ (P) 3. นักเรียนส่งงานตรงต่อเวลา	1
	วงกลมที่มีจุดศูนย์กลาง อยู่ที่จุด (h, k)	วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) รัศมี r หน่วย มี สมการ $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$ เป็นสมการมาตรฐาน และมีสมการ $x^2 + y^2 + Dx + Cy + E = 0$ เป็น สมการทั่วไป	1. นักเรียนสามารถหาสมการวงกลมจากสิ่งที่กำหนด ให้ได้ (K) 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อแก้ปัญหาเรื่อง วงกลมได้ (P) 3. นักเรียนเอาใจใส่ต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)	1

ตาราง 9 (ต่อ)

วงจรมติการปฏิบัติกร	แผนที่	สาระการเรยนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรยนรู้	เวลา (ชม.)
2	4	สมการพาราโบลาบนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (0, 0) บนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (0, 0)	สมการพาราโบลาบนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (0, 0) คือ $x^2 = 4cy$ และจุดโฟกัส $F(0, -c)$ สมการเส้นเดเรกตริกซ์ คือ $y = c$ เมื่อ $c > 0$ พาราโบลาทาย และ $c < 0$ พาราโบลาลง พาราโบลาคว่า และการแก้ปัญหาลงพาราโบลาลง สถานการณ์ต่าง ๆ ทำได้โดยพยายามตีความ แปลง ปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ทาสมการส่วน ใด่งพาราโบลาลงหรือหาส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลาลง จาก สิ่งที่เกี่ยวข้องกันให้ และเมื่อทาสมการได้แล้ว ให้สร้าง แผนพิกัดและเขียนกราฟแบบคร่าว ๆ พร้อมเทียบส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลาลงจากสมการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถหาจุดโฟกัสของพาราโบลาลงได้ (K) 2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาลงโดยใช้ความรู้เรื่องสมการพาราโบลาลงได้ (P) 3. นักเรียนมีความตรงต่อเวลา (A) 	1

ตาราง 9 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
2	5	<p>สมการพาราโบลาบนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k) คือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$ และจุดโฟกัส $F(h, k - c)$</p> <p>สมการเส้นตรงเรกทริกซ์ คือ $y = k + c$</p> <p>เมื่อ $c > 0$ พาราโบลาเปิดด้านบน หรือพาราโบลาหงาย เมื่อ $c < 0$ พาราโบลาเปิดด้านล่าง หรือพาราโบลาคว่ำ และการแก้ปัญหาเรื่องพาราโบลาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ทำได้โดยพยายามตีความ แปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หาสมการส่วนโค้งพาราโบลาหรือหาส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลา จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และเมื่อหาสมการได้แล้ว ให้สร้างแกนพิกัดและเขียนกราฟแบบคร่าว ๆ พร้อมเทียบส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลาจากสมการ</p>	<p>สมการพาราโบลาบนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k) คือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$ และจุดโฟกัส $F(h, k - c)$</p> <p>สมการเส้นตรงเรกทริกซ์ คือ $y = k + c$</p> <p>เมื่อ $c > 0$ พาราโบลาเปิดด้านบน หรือพาราโบลาหงาย เมื่อ $c < 0$ พาราโบลาเปิดด้านล่าง หรือพาราโบลาคว่ำ และการแก้ปัญหาเรื่องพาราโบลาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ทำได้โดยพยายามตีความ แปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หาสมการส่วนโค้งพาราโบลาหรือหาส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลา จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และเมื่อหาสมการได้แล้ว ให้สร้างแกนพิกัดและเขียนกราฟแบบคร่าว ๆ พร้อมเทียบส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลาจากสมการ</p>	<p>1. นักเรียนสามารถหาสมการพาราโบลาจากสิ่งที่กำหนดให้ได้ (K)</p> <p>2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้สมการพาราโบลาได้ (P)</p> <p>3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียน (A)</p>	1

ตาราง 9 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
2	6	<p>สมการพาราโบลา บนแกน y ที่มีจุดยอดอยู่ที่ $(0, 0)$</p>	<p>สมการพาราโบลา คือ $y^2 = 4cx$ แกนสมมาตรอยู่ในแนวนอน จุดยอด $(0,0)$ โฟกัส $F(c, 0)$ ไดรเรกทริกซ์ $x = -c$ เมื่อ $c > 0$ เส้นโค้งเปิดด้านขวา และการแก้ปัญหาเรื่องพาราโบลาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ทำได้โดยพยายามตีความ แปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ทำสมการส่วนโค้ง พาราโบลาหรือส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลา จากสิ่งทีโจทย์กำหนดให้ และเมื่อหาสมการได้แล้ว ให้สร้างแกนพิกัดและเขียนกราฟแบบคร่าว ๆ พร้อมเทียบส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลาจากสมการ</p>	<p>1. นักเรียนสามารถหาจุดโฟกัสของพาราโบลาได้ (K)</p> <p>2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้สมการพาราโบลาได้ (P)</p> <p>3. นักเรียนมีความเชื่อสัจย์ (A)</p>	1

ตาราง 9 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
2	7	<p>สมการพาราโบลาบนแกน y ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)</p> <p>สมการเส้นตรงเรกตริกซ์ คือ $x = h - c$</p> <p>เมื่อ $c > 0$ พาราโบลาเปิดขวา เมื่อ $c < 0$ พาราโบลาเปิดซ้าย และการแก้ปัญหาเรื่องพาราโบลาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ทำได้โดยพยายามตีความ แปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หาสมการส่วนโค้งพาราโบลาหรือหาส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลา จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และเมื่อหาสมการได้แล้ว ให้สร้างแกนพิกัดและเขียนกราฟแบบคร่าว ๆ พร้อมเทียบส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลาจากสมการ</p>	<p>สมการพาราโบลาบนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k) คือ $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ และจุดโฟกัส $F(h - c, k)$</p> <p>สมการเส้นตรงเรกตริกซ์ คือ $x = h - c$</p> <p>เมื่อ $c > 0$ พาราโบลาเปิดขวา เมื่อ $c < 0$ พาราโบลาเปิดซ้าย และการแก้ปัญหาเรื่องพาราโบลาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ทำได้โดยพยายามตีความ แปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หาสมการส่วนโค้งพาราโบลาหรือหาส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลา จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และเมื่อหาสมการได้แล้ว ให้สร้างแกนพิกัดและเขียนกราฟแบบคร่าว ๆ พร้อมเทียบส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลาจากสมการ</p>	<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถหาเส้นตรงเรกตริกซ์ของพาราโบลาได้ (K) 2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้สมการพาราโบลาได้ (P) 3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียน (A) 	1

ตาราง 9 (ต่อ)

วงจรมติการปฏิบัติกร	แผนทที่	สกรการเรยนรู้	สกรสาคัญ	จุดประสกรการเรยนรู้	เวลา (ชม.)
3	วงรี	วงรี	วงรี คือ เซตของจุดทั้งหมดในระนาบซึ่งผลบวกของระยะทางจากจุดใด ๆ ในเซตนั้นไปยังจุดที่ตรงอยู่กับท่สองจุดมีค่าคงตัว โดยค่าคงตัวนี้ต้องมากกว่าระยะห่างระหว่งจุดที่ตรงอยู่กับท่ทั้งสองจุด เรียกว่จุดที่ตรงอยู่กับท่ทั้งสองจุดนี้ว่า โฟกัส (focus) ของวงรี ความเยื้องศูนย์กลางของวงรี คือ อัตราส่วน c ต่อ a ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ e และความเยื้องศูนย์กลางของวงรีจะมีค่าอยู่ระหว่ง 0 และ 1 เสมอนั้นคือ $0 < e < 1$	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถบอกสมการวงรีจากสิ่งท่กำหนดให้ได้ (K) 2. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับขนาดของวงรีได้ (P) 3. นักเรียนสามารถสื่อสกรสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกรสร้างวงรีจากส่วนประกอบท่กำหนดให้ได้ (P) 4. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A) 	1

ตาราง 9 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
3	9	วังรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (0,0)	สมการวงรีที่มีแกนเอกขนานกับแกน X คือ $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ โดยที่ $a > b$ มีจุดศูนย์กลาง (0, 0) จุดยอด $(\pm a, 0)$ จุดโฟกัส $(\pm c, 0)$ จุดปลายแกนโท $(0, 0 \pm b)$ สมการวงรีที่มีแกนเอกขนานกับแกน Y คือ $\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{a^2} = 1$ โดยที่ $a > b$ มีจุดศูนย์กลาง (0, 0) จุดยอด $(0, 0 \pm a)$ จุดโฟกัส $(0, 0 \pm c)$ จุดปลายแกนโท $(0 \pm b, 0)$ โดยที่ $c^2 = a^2 - b^2$ แกนเอกยาว $2a$ หน่วย แกนโทยาว $2b$ หน่วย และ ความยาวลาตัสเรกตัม $\frac{2b^2}{a}$	1. นักเรียนสามารถหาส่วนประกอบของวงรีจากสมการที่กำหนดให้ได้ (K) 2. นักเรียนสามารถสื่อสารสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบจำลองจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ (P) 3. นักเรียนเอาใจใส่ต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)	1

ตาราง 9 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
3	10	วังรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (h, k)	สมการวงรีที่มีแกนเอกขนานกับแกน X คือ $\frac{(x-h)^2}{a^2} + \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1$ โดยที่ $a > b$ มีจุดศูนย์กลาง (h, k) จุดยอด $(h \pm a, k)$ จุดโฟกัส $(h \pm c, k)$ จุดปลายแกนโท $(h, k \pm b)$ สมการวงรีที่มีแกนเอกขนานกับแกน Y คือ $\frac{(x-h)^2}{b^2} + \frac{(y-k)^2}{a^2} = 1$ โดยที่ $a > b$ มีจุดศูนย์กลาง (h, k) จุดยอด $(h, k \pm a)$ จุดโฟกัส $(h, k \pm c)$ จุดปลายแกนโท $(h \pm b, k)$ โดยที่ $c^2 = a^2 - b^2$ แกนเอกยาว $2a$ หน่วย แกนโทยาว $2b$ หน่วย และความยาวลาตสเรกตัม $\frac{2b^2}{a}$	1. นักเรียนสามารถหาสมการวงรีจากสิ่งที่กำหนดให้ได้ (K) 2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P) 3. นักเรียนมีความสามัคคีในหมู่คณะ (A)	1

1.5 หลังจากผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมและใบงานเสร็จแล้ว นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

1.6.1 รองศาสตราจารย์ ดร. นิภาพร ชุตินันต์ ปร.ด.สสจ. ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติและการวิจัย

1.6.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต บุญปก ปร.ด.คณิตศาสตร์ประยุกต์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1.6.3 รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติกร นาคประสิทธิ์ ปร.ด.คณิตศาสตร์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1.6.4 นายภานุวัฒน์ เกียรติดินฤมล วท.ม.คณิตศาสตร์ประยุกต์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบรบือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

1.6.5 นายธงชัย จันทร์ปัญญา คด.การบริหารจัดการการศึกษา ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบรบือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้

เพื่อพิจารณาการตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณมาจากแบบมาตรฐาน ประเมินค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2551) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

นำผลจากการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์ยอมรับแผนการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งค่าเฉลี่ยคะแนน ผู้เชี่ยวชาญประเมินอยู่ระหว่าง 4.46 – 4.51 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

1.7 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสม การสร้างสถานการณ์ปัญหาในชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญาควรนำเสนอสถานการณ์ที่มีอยู่ในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนจะได้มองเห็นภาพในการแปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น แล้วสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และปรับแก้รูปภาพในใบกิจกรรมและใบงานให้มีความชัดเจน อีกทั้งจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลา

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย เพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นเรื่อง ภาคตัดกรวย โดยจะวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 3 ด้านดังนี้

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีตัวชี้วัด 3 ข้อ ได้แก่
 - 1.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์
 - 1.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา
 - 1.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
2. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีตัวชี้วัด 4 ข้อ ได้แก่
 - 2.1 การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์
 - 2.2 ปริภูมิและรูปทรง
 - 2.3 ปริมาณ
 - 2.4 ความไม่แน่นอนและข้อมูล
3. สถานการณ์หรือบริบท ซึ่งมีตัวชี้วัด 4 ข้อ ได้แก่
 - 3.1 บริบทส่วนตัว
 - 3.2 บริบททางการงานอาชีพ
 - 3.3 บริบททางสังคม
 - 3.4 บริบททางวิทยาศาสตร์

โดยเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย วงจรปฏิบัติการละ 1 ชุด แต่ละชุดจะมี 4 ข้อ แต่ละข้อมี 3 ข้อย่อย และมีคะแนนรวมทั้งหมด 32 คะแนน โดยข้อคำถามที่สร้างขึ้นจะครอบคลุม

องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 ศึกษาการวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จากงานวิจัยของผู้ที่ศึกษาก่อนหน้านี้แล้ว และจากหนังสือตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ PISA 2012 (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

2.3 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ให้ครอบคลุมตัวชี้วัดทั้ง 3 องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 10 แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ครอบคลุมทั้ง 3 องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ข้อที่ 1		
คำถามที่	ตัวชี้วัดที่ครอบคลุม	คะแนน
1	สถานการณ์หรือบริบท (บริบททางสังคม)	1
2	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์)	1
3	กระบวนการทางคณิตศาสตร์	
	- การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	2
	- การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	2
	- การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	2
ข้อที่ 2		
คำถามที่	ตัวชี้วัดที่ครอบคลุม	คะแนน
1	สถานการณ์หรือบริบท (บริบทส่วนตัว)	1
2	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (ปริภูมิและรูปทรง)	1
3	กระบวนการทางคณิตศาสตร์	
	- การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	2
	- การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	2
	- การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	2

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่ 3		
คำถามที่	ตัวชี้วัดที่ครอบคลุม	คะแนน
1	สถานการณ์หรือบริบท (บริบททางการงานอาชีพ)	1
2	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (ปริมาณ)	1
3	กระบวนการทางคณิตศาสตร์ - การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ - การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา - การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	2 2 2
ข้อที่ 4		
คำถามที่	ตัวชี้วัดที่ครอบคลุม	คะแนน
1	สถานการณ์หรือบริบท (บริบททางวิทยาศาสตร์)	1
2	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (ความไม่แน่นอนและข้อมูล)	1
3	กระบวนการทางคณิตศาสตร์ - การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ - การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา - การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	2 2 2

ซึ่งแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการจะมีรูปแบบครอบคลุมองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เหมือนกับตาราง 10 และมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละตัวชี้วัดดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 11 เกณฑ์การให้คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ

รายการ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
1. สถานการณ์หรือบริบท	-	เขียนบริบทที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้อง	เขียนบริบทไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนคำตอบ

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
2. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์	-	เขียนคำตอบได้ถูกต้อง	เขียนคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนคำตอบ
3. กระบวนการทางคณิตศาสตร์			
3.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	เขียนประเด็นที่สถานการณ์ต้องการทราบได้ หรือ เขียนประโยคสัญลักษณ์จากสถานการณ์ หรือ เขียนอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง	เขียนประเด็นที่สถานการณ์ต้องการทราบ หรือ อธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในรูปสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ได้แต่ยังไม่ถูกต้อง	เขียนประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ หรือ ไม่มีการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
3.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	ใช้สูตรหรือทฤษฎีบทมาช่วยในการแก้ปัญหา หรือ อธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบ หรือ แสดงวิธีทำในการหาคำตอบ หรือ ใช้ความสัมพันธ์ในสูตรหรือทฤษฎีในการหาคำตอบได้ถูกต้อง	ใช้สูตรหรือทฤษฎีบทมาช่วยในการแก้ปัญหาแต่ยังไม่ถูกต้อง หรือ แสดงวิธีทำการหาคำตอบ หรือ ใช้ความสัมพันธ์ของสูตรได้แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด	ไม่มีการนำสูตรหรือทฤษฎีบทต่าง ๆ มาใช้ในการหาคำตอบ หรือ ไม่วิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา
3.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	มีการสรุปผลลัพธ์จากที่สถานการณ์กำหนด หรือ มีการคำนวณย้อนกลับเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ หรือ อธิบายถึงความสมเหตุสมผล/ไม่สมเหตุสมผล	มีผลลัพธ์แต่ไม่มีการสรุปผลที่ได้จากสถานการณ์ หรือ มีผลลัพธ์จากสถานการณ์แต่ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีการคำนวณย้อนกลับเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์	ไม่มีผลลัพธ์ หรือ ไม่มีการอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของปัญหา

2.4 นำแบบทดสอบเสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์และตัวชี้วัด แล้วนำแบบทดสอบมาปรับแก้ในส่วนของการตั้งคำถามให้สามารถวัดผลและประเมินได้ การสร้างสถานการณ์ให้มีความสอดคล้องกับประเด็นที่จะพัฒนาและสอดคล้องกับประเด็นที่จะพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

2.5 สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญเป็นชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 ท่าน

2.6 นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ได้ตรงตามจุดประสงค์

2.7 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยสมบัตินี้มีความสอดคล้อง (IOC) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2551) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 โดยพบว่าค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 - 1.00 ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

2.8 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ โดยให้สถานการณ์มีความน่าสนใจมากขึ้น นักเรียนสามารถพบเห็นในชีวิตประจำวัน ปรับข้อคำถามให้มีความชัดเจน เข้าใจได้ง่าย

2.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. การสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง โดยนำแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ และนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการเรียนที่เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการแล้ว และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์จากหนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

2. ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่มีลักษณะเป็นกิ่งโครงสร้างให้ครอบคลุมทุกข้อคำถามซึ่งเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3. นำแบบสัมภาษณ์กิ่งโครงสร้างที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อทำการตรวจสอบและดำเนินการปรับปรุงแก้ไข เกี่ยวกับประเด็นปัญหาเพื่อให้ครอบคลุมกับการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และเพิ่มประเด็นการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในส่วนของจัดการเรียนการสอน

4. นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วและแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

5. นำผลการประเมินที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2551) เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 โดยพบว่าแบบสัมภาษณ์มีค่าความสอดคล้องเฉลี่ยตั้งแต่ 0.40 – 1.00 ผู้วิจัยเลือกใช้เฉพาะข้อที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.5 – 1.00 ซึ่งจัดว่าเป็นแบบสัมภาษณ์ที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงตามพฤติกรรมชีวิต และปรับแก้แบบสัมภาษณ์ในส่วนที่พิมพ์คำผิด

6. ดำเนินการจัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์นักเรียน และนำเครื่องมือไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามกรอบแนวคิดของ วีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Planning) ขั้นปฏิบัติการ (Action) ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection) โดยนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ภาควัตถุของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 12 กำหนดการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	1	วงกลม	1
	2	วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0, 0)$	1
	3	วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k)	1
2	4	พาราโบลาบนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0, 0)$	1
	5	พาราโบลาบนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k)	1
	6	พาราโบลาบนแกน y ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0, 0)$	1
	7	พาราโบลาบนแกน y ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k)	1
3	8	วงรี	1
	9	วงรีบนแกน x ที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0, 0)$	1
	10	วงรีบนแกน y ที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k)	1
รวม			10

รายละเอียดแต่ละวงรอบปฏิบัติการมีดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. ตรวจสอบและสังเกตสภาพปัญหาในชั้นเรียน รวมทั้งศึกษาความต้องการและศักยภาพ พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรบือที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนบรบือ กำหนดเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาทฤษฎี แนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดและสร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย
3. ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อรับคำปรึกษา คำแนะนำ และพร้อมแก้ไข

5. นำเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องและความถูกต้องของผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และการใช้ภาษาที่ถูกต้อง

6. ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ ตามที่ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำ

7. จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 วงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0, 0)$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k)

2. หลังจากสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ประเภทอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียน

3. นำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์ (Observation)

สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน วิเคราะห์ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน วิเคราะห์ผลบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และบทสัมภาษณ์เพื่อนำไปสะท้อนผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์นักเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และบทสัมภาษณ์นักเรียน มาอภิปรายวิเคราะห์หาคำอธิบายประเด็นปัญหา เพื่อนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และนำข้อสรุปที่ได้มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้สอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. ศึกษาหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์จากวงจรปฏิบัติการที่ 1

2. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์และเพิ่มวิธีการหรือแนวทางแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยเพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้ด้วย KWDL

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 พาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ $(0, 0)$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 พาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พาราโบลานแกน y ที่มีจุดยอดอยู่ที่ $(0, 0)$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 พาราโบลานแกน y ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)

2. หลังจากสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ประเภทอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียน

3. นำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์ (Observation)

สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน วิเคราะห์ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน วิเคราะห์ผลบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และบทสัมภาษณ์เพื่อนำไปสะท้อนผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection)

นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์นักเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์นักเรียน บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และบทสัมภาษณ์นักเรียน มาอภิปรายวิเคราะห์วิจารณ์หาประเด็นปัญหา เพื่อนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และนำข้อสรุปที่ได้มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้สอนในวงจรปฏิบัติการที่ 3

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. ศึกษาหาวิธีการแก้ไขปัญหามาจากการวิเคราะห์จากวงจรปฏิบัติการที่ 2

2. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์และเพิ่มวิธีการหรือแนวทางแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยเพิ่มเทคนิคการจัดการเรียนรู้ KWDL เช่นเดิม แต่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น โดยการจัดกิจกรรมกลุ่มย่อย

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 วงรี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 วงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0, 0)$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 วงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k)

2. หลังจากสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง วงรี ประเภทอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียน

3. นำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์ (Observation)

สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน วิเคราะห์ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน นักเรียน วิเคราะห์ผลบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และบทสัมภาษณ์เพื่อนำไปสะท้อนผลการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของวงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflection)

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ จากขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปเป็นภาพขยายการวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ดังนี้



ตาราง 13 แสดง Action plan ของวิจัยเชิงปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
1	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบรบือ จำนวน 28 คน	<ol style="list-style-type: none"> 1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 3 แผน 2. แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่องวงกลม จำนวน 4 ข้อ 3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติแล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อใช้ในวงรอบต่อไป 	<ol style="list-style-type: none"> 1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ 2. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
2	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ที่มีผลคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่ถึงร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 4 แผน 2. แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลา จำนวน 4 ข้อ 3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ดำเนินการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติแล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อใช้ในวงรอบต่อไป 	<ol style="list-style-type: none"> 1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ 2. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ตาราง 13 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
3	<p>นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ที่มีผลคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่ถึงร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 2</p>	<p>เครื่องมือ จำนวน 3 แผน 1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบร่วมมือ จำนวน 3 แผน 2. แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง วงรี จำนวน 4 ข้อ 3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน</p>	<p>1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือสะท้อนผลการปฏิบัติ</p>	<p>1. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ 2. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ</p>

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มาวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย (\bar{x}), ร้อยละ (%) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากบทสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการและแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์วิจารณ์ผล ดีความและสรุปในรูปของการบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

การหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และจุดประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC แล้วหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) ของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด โดยใช้สูตรดังนี้ (ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2551)

สูตรหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

R แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

\sum แทน ผลรวม

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

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

2.2 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ	p	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	n	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ	$S.D.$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	แทน	คะแนนแต่ละคน
	n	แทน	จำนวนของข้อมูล
	\sum	แทน	ผลรวม

พหุ ประถมศึกษา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 28 คน มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยมีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนปฏิบัติการในแต่ละ วงจรปฏิบัติ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ และความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย
S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวงจรปฏิบัติการที่ 1
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวงจรปฏิบัติการที่ 2
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวงจรปฏิบัติการที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ชั้นวางแผน

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจปัญหาและสังเกตชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียน ทำแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำนวน 31 คน พบว่านักเรียนขาดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำนวน 28 คน ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนสอนในแบบต่าง ๆ ที่จะส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายนี้ให้ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์และเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

2. ชั้นปฏิบัติการ

การปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วงกลม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0, 0)$ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) ซึ่งทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ถูกออกแบบด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีชั้นการสอนดังนี้

ชั้นที่ 1 ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา

ชั้นที่ 2 ชั้นแสวงหาคำตอบ

ชั้นที่ 3 ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ

ชั้นที่ 4 ชั้นประยุกต์ใช้ความรู้

หลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนครบทั้ง 3 แผน ผู้วิจัยจะทำการวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ชุด มี 4 ข้อ คะแนนเต็ม 32 คะแนน และใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนจากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

3. ชั้นสังเกตการณ์

นักเรียนทำแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย จำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อมี 3 ข้อคำถาม ในการวัด 3 องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ 4 คะแนน 2) กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 24 คะแนน และ 3) สถานการณ์หรือบริบท 4 คะแนน คะแนนรวม 32 คะแนน โดยผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 แสดงผลได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 14 คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

นักเรียนคนที่	การรู้เรื่องคณิตศาสตร์						รวม (32)	ร้อยละ	การ ประเมิน
	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์		กระบวนการทาง คณิตศาสตร์		สถานการณ์หรือบริบท				
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (24)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ			
1	3.00	75.00	16.00	66.67	2.00	50.00	21.00	65.63	ผ่าน
2	2.00	50.00	7.00	29.17	4.00	100.00	13.00	40.63	ไม่ผ่าน
3	2.00	50.00	8.00	33.33	3.00	75.00	13.00	40.63	ไม่ผ่าน
4	3.00	75.00	12.00	50.00	2.00	50.00	17.00	53.13	ไม่ผ่าน
5	2.00	50.00	12.00	50.00	4.00	100.00	18.00	56.25	ไม่ผ่าน
6	2.00	50.00	16.00	66.67	2.00	50.00	20.00	62.50	ผ่าน
7	3.00	75.00	18.00	75.00	4.00	100.00	25.00	78.13	ผ่าน
8	4.00	100.00	16.00	66.67	4.00	100.00	24.00	75.00	ผ่าน
9	3.00	75.00	16.00	66.67	4.00	100.00	23.00	71.88	ผ่าน
10	3.00	75.00	15.00	62.50	2.00	50.00	20.00	62.50	ผ่าน
11	2.00	50.00	12.00	50.00	2.00	50.00	16.00	50.00	ไม่ผ่าน
12	4.00	100.00	17.00	70.83	2.00	50.00	23.00	71.88	ผ่าน
13	3.00	75.00	13.00	54.17	4.00	100.00	20.00	62.50	ผ่าน
14	2.00	50.00	11.00	45.83	2.00	50.00	15.00	46.88	ไม่ผ่าน
15	2.00	50.00	10.00	41.67	4.00	100.00	16.00	50.00	ไม่ผ่าน
16	3.00	75.00	15.00	62.50	2.00	50.00	20.00	62.50	ผ่าน
17	2.00	50.00	12.00	50.00	4.00	100.00	18.00	56.25	ไม่ผ่าน
18	2.00	50.00	12.00	50.00	2.00	50.00	16.00	50.00	ไม่ผ่าน
19	3.00	75.00	13.00	54.17	4.00	100.00	20.00	62.50	ผ่าน
20	2.00	50.00	12.00	50.00	4.00	100.00	18.00	56.25	ไม่ผ่าน
21	3.00	75.00	14.00	58.33	3.00	75.00	20.00	62.50	ผ่าน
22	3.00	75.00	15.00	62.50	3.00	75.00	21.00	65.63	ผ่าน
23	2.00	50.00	14.00	58.33	4.00	100.00	20.00	62.50	ผ่าน

ตาราง 14 (ต่อ)

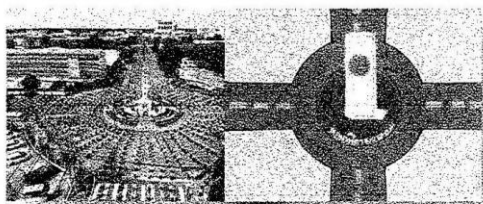
นักเรียนคนที่	การรู้เรื่องคณิตศาสตร์						รวม (32)	ร้อยละ	การ ประเมิน
	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์		กระบวนการทาง คณิตศาสตร์		สถานการณ์หรือบริบท				
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (24)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ			
24	2.00	50.00	12.00	50.00	4.00	100.00	18.00	56.25	ไม่ผ่าน
25	3.00	75.00	15.00	62.50	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
26	3.00	75.00	13.00	54.17	4.00	100.00	20.00	62.50	ผ่าน
27	3.00	75.00	14.00	58.33	3.00	75.00	20.00	62.50	ผ่าน
28	2.00	50.00	8.00	33.33	2.00	50.00	12.00	37.50	ไม่ผ่าน
\bar{x}	2.61	65.18	13.14	54.76	3.14	78.57	18.89	59.03	ไม่ผ่าน
S.D.	0.62	15.44	2.68	11.18	0.91	22.87	3.22	10.07	-

จากตาราง 14 พบว่าผลคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 57.14 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86 ของกลุ่มเป้าหมาย

เมื่อพิจารณาจากภาพรวมพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เฉลี่ยอยู่ที่ 18.89 จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน และในด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.61 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ในด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 13.14 จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน และด้านสถานการณ์หรือบริบท มีคะแนนเฉลี่ย 3.14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน จะเห็นได้ว่าในด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และสถานการณ์หรือบริบท เมื่อสังเกตจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกสถานการณ์ได้ถูกต้องว่าตรงกับบริบทใด ซึ่งพบว่านักเรียนได้คะแนนเต็ม 4 คะแนน จำนวน 14 คน ในด้านสถานการณ์หรือบริบทจึงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าด้านอื่น ๆ แต่ยังมีนักเรียนจำนวน 10 คนที่มีคะแนนในสถานการณ์หรือบริบทต่ำกว่าร้อยละ 60 ในด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดเต็ม 4 คะแนน จำนวน 2 คน นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง นักเรียนคนอื่น ๆ แต่ละคนจะมีคะแนนไม่ต่ำกว่า 2 คะแนน ทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 60 และด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดคือ 18 คะแนน จำนวน 1 คน นักเรียนคนนี้จะสามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาจน

สามารถหาผลลัพธ์ได้ถูกต้องได้และนักเรียนมีคะแนนต่ำสุดคือ 7 คะแนน จำนวน 1 คน พบว่านักเรียนไม่ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ นักเรียนเขียนมาเพียงคำตอบ จึงไม่ได้คะแนนในด้านการคิดสถานการณ์และการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ และยังพบว่ามึนักเรียนจำนวน 18 คนมีคะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับคะแนนด้านอื่น ๆ นักเรียนจะมีคะแนนด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์น้อยที่สุด นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำเสนอข้อมูลในการเขียนคำตอบและการประเมินผลการทดสอบ จากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวประกอบต่อไปนี้

วงเวียนหอนาฬิกา



หอนาฬิกา ตั้งอยู่ใจกลางเมืองมหาสารคาม ภายในติดตึ๊งนาฬิกาขนาดใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าปัด 1.45 เมตร มีระฆังแขวนอยู่สองใบ น้ำหนักทั้งหมด 59 กิโลกรัม ใบเล็กจะดังทุก 15 นาที ใบใหญ่จะดังทุก 1 ชั่วโมง ระยะของเสียงระฆังสามารถฟังได้ไกลในรัศมี 4 กิโลเมตร

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

สังคม ✓

คำถามที่ 2 : ระฆังสองใบจะดังขึ้นพร้อมกันทุกกี่นาที

60 นาที ✓

สถานการณ์หรือบริบท = 1

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 1

ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การคิด = 0

การใช้ = 0

การตีความ = 0

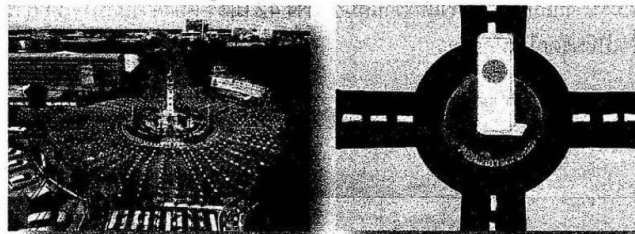
รวมทั้งหมด 2 คะแนน

คำถามที่ 3 : ขณะนี้นาฬิกาบนหอนาฬิกากำลังบอกเวลา 12.15 น. ถ้าเข็มสั้นเคลื่อนที่ไป 150 องศาตามเข็มนาฬิกา นาฬิกาจะบอกเวลาที่เวลาใด

17.15 นาที ✓

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

วงเวียนหอนาฬิกา



ด้านสถานการณ์หรือบริบท = 1
 ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 0
 ด้านกระบวนการ
 - การคิด = 1
 - การใช้ = 2
 - การตีความ = 2
 รวม 6 คะแนน

หอนาฬิกา ตั้งอยู่ใจกลางเมืองมหาสารคาม ภายในติดตั้งนาฬิกาขนาดใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าปัด 1.45 เมตร มีระฆังแขวนอยู่สองใบ น้ำหนักทั้งหมด 59 กิโลกรัม ใบเล็กจะดังทุก 15 นาที ใบใหญ่จะดังทุก 1 ชั่วโมง ระยะของเสียงระฆังสามารถฟังได้ไกลในรัศมี 4 กิโลเมตร

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

บริบท ทางท้องถิ่น ✓

คำถามที่ 2 : ระฆังสองใบจะดังขึ้นพร้อมกันทุกกี่นาที

ข. ค.ร.น. 15 กับ 60 ✓

$$\begin{array}{r} 5 \overline{) 15} \ 60 \\ 3 \overline{) 3} \ 12 \\ 1 \ 4 \end{array}$$

1 4

$$\text{จะได้ ค.ร.น.} = 5 \times 3 \times 4 = 60$$

∴ ระฆังสองใบ จะดังขึ้น พร้อมกัน ทุก 60 นาที ✓

คำถามที่ 3 : ขณะนี้นาฬิกาบนหอนาฬิกากำลังบอกเวลา 12.15 น. ถ้าเข็มสั้นเคลื่อนที่ไป 150 องศาตามเข็มนาฬิกา นาฬิกาจะบอกเวลาที่เวลาใด

$$1 \text{ รอบ} = 360^\circ$$

$$1 \text{ นาที} = \frac{360^\circ}{60} = 6^\circ$$

$$150^\circ \text{ จะได้ } \frac{150^\circ}{6^\circ} = 25 \text{ นาที} ✓$$

$$\text{∴ นาฬิกา บอกรเวลา } 12.15 + 0.25 = 12.40 \text{ น.} \quad \times$$

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1) ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

หลังจากประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบเสร็จสิ้น

ได้พิจารณาองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งมีอยู่ 12 คน มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ นักเรียนคนที่ 2, 3, 5, 11, 14, 15, 17, 18, 20, 24 และ 28 ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ นักเรียนคนที่ 2, 3, 4, 5, 11, 14, 15, 17, 18, 20, 24 และ 28 และด้านสถาน

การหรือบริบท ได้แก่ นักเรียนคนที่ 4, 11, 14, 18 และ 28 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ทำให้นักเรียนทำแบบทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ มีดังนี้

1) ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในด้านนี้ คือ ไม่สามารถระบุคำตอบที่ถูกต้องได้ เขียนคำตอบไม่สอดคล้องกับคำถาม ขาดความเข้าใจในสถานการณ์ และตีความจากสถานการณ์ปัญหาไม่ได้ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้

2) ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในด้านนี้ คือ ไม่สามารถระบุประเด็นจากที่สถานการณ์กำหนดให้ได้ จึงไม่สามารถนำสูตรหรือทฤษฎีบทหรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน จนนำไปสู่การหาผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง และไม่สามารถการตรวจสอบผลลัพธ์ย้อนกลับได้

3) ด้านสถานการณ์หรือบริบท นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในด้านนี้ คือ นักเรียนตีความสถานการณ์คลาดเคลื่อน นักเรียนเกิดความสับสนบริบทส่วนตัวกับบริบททางงานอาชีพ จึงทำให้นักเรียนไม่ได้คะแนนใน 2 ข้อนี้

อีกทั้งพิจารณานักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 12 คน ในภาพรวม พบว่ามีนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือนักเรียนคนที่ 11, 14, 18 และ 28 และนักเรียนส่วนที่เหลือคือผ่านเกณฑ์แค่ด้านใดด้านหนึ่ง แต่ไม่มีคนใดเลยที่ผ่านเกณฑ์ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากการพิจารณาเช่นนี้พบว่านักเรียนมีปัญหาด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกคน

2) ผลการวิเคราะห์แบบบันทึกหลังแผนการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แบบบันทึกหลังแผนการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยสังเกตปัญหาที่พบในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนของนักเรียน ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา 2) ชั้นแสวงหาคำตอบ 3) ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ และ 4) ชั้นประยุกต์ใช้ความรู้ โดยผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการแบบบันทึกหลังแผนตามขั้นตอนการสอนดังนี้

1) ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา

ผู้เรียนมีความสนุกกับการเรียน มีความสนใจคำถามของครูผู้สอน แต่ผู้เรียนบางคนที่มีการมีส่วนร่วมประกอบของวงกลม เมื่อมีการปรับความเข้าใจใหม่หรือทบทวนส่วนประกอบของวงกลมใหม่ นักเรียนเกิดความเข้าใจและมีความจำได้

2) ขั้นแสวงหาคำตอบ

ผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนสร้างวงกลมด้วยตนเองโดยมีอุปกรณ์ให้และมีเงื่อนไขให้ โดยผู้เรียนจะต้องสร้างวงกลมที่มีรัศมีวงกลมของแต่ละไม่ซ้ำกัน เนื่องจากผู้เรียนเคยได้เห็นและเคยใช้ วงเวียนตั้งนานแล้ว ผู้เรียนบางคนจับวงเวียนยังไม่ถูกต้อง หมุนวงเวียนยังไม่เป็น แต่เมื่อผู้เรียนได้ ศึกษากับเพื่อนรอบข้าง ท้ายที่สุดจึงสามารถสร้างวงกลมออกมาได้ ในการสร้างสมการวงกลมโดยให้ ผู้เรียนศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยอิสระ พบว่าผู้เรียนบางคนยังไม่เข้าใจที่มาของสมการวงกลม ที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0, 0)$ และ (h, k)

3) ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ

ผู้วิจัยให้ผู้เรียนออกมานำเสนอวิธีการสร้างรูปวงกลม อธิบายที่มาของ สมการวงกลม พบว่าผู้เรียนมีความตื่นตัวในการออกมานำเสนอ ผู้เรียนที่ถูกสุ่มออกมานำเสนอบาง คนและผู้เรียนที่ฟังการนำเสนอบางคนก็ยังไม่เข้าใจที่มาของสมการวงกลม แต่เมื่อผู้เรียนที่เข้าใจที่มา และสามารถสร้างวงกลมจากเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ก็อธิบาย พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่เกิดความเข้าใจขึ้น

4) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้

ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำใบงานโดยเป็นโจทย์แบบสถานการณ์ปัญหาพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่จะมีการปรึกษากันก่อนทำใบงานของตนเอง จากการสังเกตจากใบงานขณะที่ ผู้เรียนลงมือปฏิบัตินั้นพบว่าผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้ แต่อาจจะยังไม่ถูกต้องทั้งหมด นักเรียนยัง ขาดกระบวนการคิดไตร่ตรองสิ่งที่สถานการณ์ให้มาแล้วนำหลักการต่าง ๆ ไปแก้ปัญหาอย่างไม่ถูกต้อง ทั้งหมด

จากการสังเกตแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้พบว่าปัญหาของผู้เรียน ในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการนี้ คือ ผู้เรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ได้บ้างเรื่อง และบาง คนเท่านั้น ผู้เรียนยังขาดการวางแผนการดำเนินงาน เมื่อผู้เรียนทราบสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ แต่ผู้ เรียนยังไม่สามารถวางแผนหาคำตอบนั้นได้ หรือผู้เรียนศึกษาหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้แล้วแต่ยังไม่ สามารถสรุปและทำความเข้าใจด้วยตนเองได้ แต่เมื่อมีผู้อื่นอธิบายให้ฟังผู้เรียนกลับสามารถเข้าใจได้ อาจเป็นเพราะผู้เรียนยังคุ้นชินกับการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนป้อนความรู้ให้ และในขณะที่ทำใบงาน ผู้เรียนยังนำความรู้ไปใช้ยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ มีการคำนวณผิดพลาดและการคิดสถานการณ์ปัญหา นำหลักการต่าง ๆ และตีความผลลัพธ์ยังไม่ถูกต้องตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3) ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์ และหลังจากนักเรียนทำแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทำวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยนำนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์มาสัมภาษณ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ใน

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์จะเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีปัญหาด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นจำนวนมาก รวมทั้งนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในวงจรปฏิบัติการนี้ด้วย ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนตามข้อคำถามดังนี้

2.1) นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางเรื่อง และเรื่องเหล่านั้นนักเรียนต้องมีความเข้าใจมาก่อน โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ได้บ้างไม่ได้บ้างค่ะ ถ้าเป็นเรื่องที่ผ่านมานานหรือเรื่องที่หนูเคยเข้าใจมาก่อนค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 13, 6 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...หนูคิดว่าได้ค่ะ ถ้ามีการรู้ล่วงหน้าว่าต่อไปจะเรียนเรื่องอะไรค่ะ หนูจะอ่านมาก่อนค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 8, 6 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.2) นักเรียนสามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ให้เป็นเครื่องหมายในเชิงคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ พบว่า นักเรียนแปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ไม่ค่อยได้ โดยปกติครูผู้สอนต้องทำเป็นตัวอย่างนักเรียนจึงเกิดปัญหาไม่สามารถแปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ได้ในบางเนื้อหา โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ไม่ค่อยได้ ผมไม่รู้จะเริ่มต้นยังไง ปกติแล้วครูก็กำหนดขึ้นมาให้ ไม่ได้ให้คิดเองแบบนี้...”

(นักเรียนคนที่ 5, 6 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ได้ค่ะ เพราะสถานการณ์เข้าใจง่ายไม่ยาก...”

(นักเรียนคนที่ 8, 6 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.3) นักเรียนสามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ พบว่า นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหามาใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่ก็ยังมีนักเรียนที่ไม่สามารถหาวิธีการแก้ปัญหานั้นเอง โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ก็ได้บ้างค่ะ เพราะว่าสถานการณ์ปัญหาไม่ได้ยาก และหนูก็ดูจากหนังสือไปด้วยค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 10, 6 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ไม่ได้ค่ะ เพราะหนูเรียนไม่รู้เรื่อง หนูไม่ชอบคณิตศาสตร์...”

(นักเรียนคนที่ 14, 6 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.4) นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้หรือไม่ อย่างไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการ สัมภาษณ์ครั้งนี้ พบว่า นักเรียนไม่ได้มีการวางแผนในการทำงาน โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ไม่ได้วางแผนไว้ค่ะ เพราะหนูอ่านโจทย์เลยค่ะแล้วก็ดูจากหนังสือไปด้วยค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 10, 6 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.5) นักเรียนสามารถรายงานคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบ ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการ สัมภาษณ์ครั้งนี้ ตอบว่า สามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ ซึ่งนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ได้อยู่ครับ เพราะถ้ารู้วิธีหาคำตอบและวิธีตรวจคำตอบ...”

(นักเรียนคนที่ 5, 6 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...วิธีหาคำตอบหนูสามารถแสดงวิธีทำได้ แต่ว่าวิธีการตรวจคำตอบบางเรื่องหนูก็ตรวจ คำตอบที่หนูทำไม่ได้...”

(นักเรียนคนที่ 13, 6 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.6) นักเรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ถึงความสมเหตุสมผลของ ผลลัพธ์ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการ สัมภาษณ์ ตอบว่า ไม่ได้ โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ไม่ได้ค่ะ เพราะว่าเวลาสรุปคำตอบหนูจะตอบตามที่หนูคำนวณได้ หนูเข้าใจสิ่งที่โจทย์ถามแต่หนู ไม่ได้ประเมินถึงตามความเป็นจริงค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 13, 6 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์และไม่ผ่าน เกณฑ์ร้อยละ 60 เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยสามารถจับประเด็นสำคัญต่าง ๆ จากการ สัมภาษณ์ในครั้งนี้คือ นักเรียนบางส่วนสามารถระลึกถึงความรู้เดิมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์เรื่องนั้น ๆ ฉะนั้นการจัดการเรียนการสอน ต้องเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้ตามประสบการณ์เดิม เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ในเรื่องต่อไปได้ง่ายขึ้น มีนักเรียนบางคนสามารถสร้างสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์จากปัญหาได้ บางคนก็ทำไม่ได้ เพราะไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหานั้นว่ามีตัวแปรอะไรบ้างปรากฏอยู่ นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำ หาคำตอบได้ แต่ในการตรวจสอบคำตอบในบางเนื้อหา นักเรียนไม่สามารถตรวจคำตอบได้ และในการ สรุปคำตอบส่วนมากนักเรียนจะสรุปคำตอบโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ แต่ไม่ได้ประเมินความ

สมเหตุสมผลของคำตอบในความเป็นจริง อีกทั้งนักเรียนยังไม่สามารถวางแผนการในการหาวิธีแก้ปัญหาได้เท่าที่ควร ดังนั้นจะต้องตระหนักถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ควรจะเน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้น

4. ชั้นสะท้อนผล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งมีจำนวน 12 คน นักเรียนทั้ง 12 คนนี้ มีปัญหาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ในด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนไม่สามารถระบุประเด็นจากที่สถานการณ์กำหนดมาให้ได้ จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถวางแผนในการแก้ปัญหาในขั้นตอนต่อไปได้ ไม่สามารถนำสูตรหรือทฤษฎีมาใช้ได้ ส่งผลให้หาผลลัพธ์และประเมินผลลัพธ์ไม่ได้ และอาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่เข้าใจเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์โดยแท้ จึงไม่สามารถนำเอาความรู้ที่นำมาใช้ได้ ทำให้ผู้วิจัยสรุปประเด็นปัญหาและวิธีการแก้ไขได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 15 สรุปปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไขปัญหาจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. นักเรียนไม่ระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ สามารถวางแผนการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาสิ่งที่ต้องการทราบได้	1. เพิ่มเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อเพิ่มทักษะกระบวนการคิด การวางแผน การลงมือปฏิบัติจริง
2. นักเรียนขาดความมั่นใจในการทำใบงาน มีความกลัวว่าตนเองทำไม่ถูก	2. ผู้สอนควรพยายามพูดให้กำลังใจนักเรียน ผิดหรือถูกก็คือการเรียนรู้ของนักเรียน พูดเสริมแรงทางบวกให้นักเรียน
3. นักเรียนยึดติดกับการที่ครูจะต้องเป็นผู้ให้ความรู้ และพาแสดงการหาคำตอบทุกขั้นตอน ส่งผลให้นักเรียนไม่ยอมคิดเอง	3. ผู้สอนควรสร้างตัวอย่างหรือข้อคำถามที่เริ่มจากข้อง่ายก่อน เพื่อดึงดูดให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีกำลังใจให้การทำเมื่อตนเองทำได้เอง เมื่อนักเรียนทำเองได้นักเรียนจะอยากจะทำข้อต่อไป อยากที่จะเรียนรู้เรื่องต่อไป

สิ่งที่ผู้วิจัยจะต้องปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 1 คือการปรับแก้กิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อหาสิ่งที่สถานการณ์ต้องการทราบ ทักษะการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน ปรับปรุงการพูดเพื่อพูดเสริมแรงทางบวกให้กับนักเรียนที่ขาดความมั่นใจในการทำงานในการเรียนรู้ต่าง ๆ อีกทั้งยังต้องสร้างตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริงนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพ ดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้มีความต้องการที่จะเรียนรู้ในเรื่องต่อ ๆ ไป เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้นักเรียนเกิดการพัฒนารู้อย่างมีประสิทธิภาพได้ดีขึ้นและผ่านเกณฑ์

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 2

1. ชั้นวางแผน

หลังจากผู้วิจัยได้ทราบปัญหาและทำการหาแนวทางในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้นำเทคนิค KWDL มาร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเทคนิค KWDL จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพื่อนำไปสู่การหาผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนได้มีทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลและพัฒนาสติปัญญาให้ดีขึ้น ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยมีขั้นตอนการสอนและรายการปรับปรุงดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 16 วางแผนปรับปรุงการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการปรับปรุง/ขั้นตอนการสอน	ประเด็นการปรับปรุง
ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญหา	- เพิ่มเทคนิค KWDL ชั้น K นักเรียนจะได้เจอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และนักเรียนอาจเกิดความขัดแย้งทางความคิดว่าสถานการณ์นี้ให้อะไรมาบ้าง เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างไร นั่นเป็นการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ สถานการณ์นี้ให้ความรู้เรื่องอะไรมา ฉะนั้นชั้น K จึงเข้ามาช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการหาผลลัพธ์

ตาราง 16 (ต่อ)

รายการปรับปรุง/ขั้นตอนการสอน	ประเด็นการปรับปรุง
ขั้นแสวงหาคำตอบ	- เพิ่มเทคนิค KWDL ชั้น W นักเรียนจะต้องรู้วิธีการหาผลลัพธ์ ก่อนที่นักเรียนจะหาวิธีการแก้ปัญหานั้น ๆ ต้องการจะทราบอะไร จากนั้นสืบค้นหาคำตอบโดยอิสระ แล้วบันทึกในใบกิจกรรม
ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ	- เพิ่มเทคนิค KWDL ชั้น D และ L นักเรียนจะได้เสนอแนวความคิดของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้นเรียนพร้อมบอกเหตุผลที่เลือกวิธีนี้ จากนั้นสรุปแนวคิดที่เป็นไปได้ร่วมกัน และดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้เป็นรายบุคคล เมื่อนักเรียนได้คำตอบแล้วให้นักเรียนสรุปคำตอบให้ชัดเจน แล้วสามารถบอกความสมเหตุสมผลของคำตอบได้มีวิธีการตรวจสอบคำตอบ
ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้	- เพิ่มเทคนิค KWDL นักเรียนจะได้ฝึกการทำโจทย์ปัญหาโดยใช้ตาราง KWDL เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาย่างเป็นขั้นตอน และในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมครูผู้สอนก็ได้อธิบายหลักการใช้ตาราง KWDL ให้ละเอียดมากขึ้น เนื่องจากนักเรียนยังไม่เคยได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ พร้อมทั้งค้างตัวอย่างที่ให้ไว้บนกระดานเพื่อให้นักเรียนดูเป็นแบบอย่าง อีกทั้งนักเรียนจะได้มีความมั่นใจในการทำใบงานกล้าที่จะลงมือทำ และครูผู้สอนจะต้องคอยให้กำลังใจนักเรียนกล่าวชื่นชมและชมเชยนักเรียนที่ได้ทำใบงานด้วยตนเอง

2. ขั้นปฏิบัติการ

ในวงจรปฏิบัติการนี้ผู้วิจัยได้ทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พาราโบลาบนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0, 0)$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง พาราโบลานแกน y ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด $(0, 0)$ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง พาราโบลานแกน y ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด (h, k) ซึ่งทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้ถูกออกแบบด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL

หลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนครบทั้ง 4 แผน ผู้วิจัยจะทำการวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 จำนวน 1 ชุด มี 4 ข้อ คะแนนเต็ม 32 คะแนน และใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนจากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

3. ชั้นสังเกตการณ์

นักเรียนทำแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเภทอัตนัย ชุดที่ 2 จำนวน 4 ข้อ แต่ละข้อมี 3 ข้อคำถาม ในการวัด 3 องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ 4 คะแนน 2) กระบวนการทางคณิตศาสตร์ 24 คะแนน และ 3) สถานการณ์หรือบริบท 4 คะแนน คะแนนรวม 32 คะแนน โดยผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทำวงจรถับปฏิบัติกรที่ 2 แสดงผลได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 17 คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องในวงจรถับปฏิบัติกรที่ 2

นักเรียนคนที่	การรู้เรื่องคณิตศาสตร์						รวม (32)	ร้อยละ	การ ประเมิน
	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์		กระบวนการทางคณิตศาสตร์		สถานการณ์หรือบริบท				
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (24)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ			
1	4.00	100.00	20.00	83.33	4.00	100.00	28.00	87.50	ผ่าน
2	3.00	75.00	12.00	50.00	4.00	100.00	19.00	59.38	ไม่ผ่าน
3	2.00	50.00	12.00	50.00	4.00	100.00	18.00	56.25	ไม่ผ่าน
4	4.00	100.00	13.00	54.17	4.00	100.00	21.00	65.63	ผ่าน
5	3.00	75.00	14.00	58.33	4.00	100.00	21.00	65.63	ผ่าน
6	4.00	100.00	17.00	70.83	3.00	75.00	24.00	75.00	ผ่าน

ตาราง 17 (ต่อ)

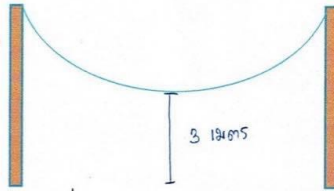
นักเรียนคนที่	การรู้เรื่องคณิตศาสตร์						รวม (32)	ร้อยละ	การ ประเมิน
	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์		กระบวนการทาง คณิตศาสตร์		สถานการณ์หรือบริบท				
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (24)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ			
7	4.00	100.00	19.00	79.17	4.00	100.00	27.00	84.38	ผ่าน
8	3.00	75.00	19.00	79.17	4.00	100.00	26.00	81.25	ผ่าน
9	4.00	100.00	17.00	70.83	4.00	100.00	25.00	78.13	ผ่าน
10	3.00	75.00	16.00	66.67	3.00	75.00	22.00	68.75	ผ่าน
11	4.00	100.00	13.00	54.17	3.00	75.00	20.00	62.50	ผ่าน
12	4.00	100.00	18.00	75.00	2.00	50.00	24.00	75.00	ผ่าน
13	3.00	75.00	15.00	62.50	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
14	3.00	75.00	12.00	50.00	4.00	100.00	19.00	59.38	ไม่ผ่าน
15	3.00	75.00	13.00	54.17	4.00	100.00	20.00	62.50	ผ่าน
16	3.00	75.00	16.00	66.67	3.00	75.00	22.00	68.75	ผ่าน
17	4.00	100.00	13.00	54.17	4.00	100.00	21.00	65.63	ผ่าน
18	3.00	75.00	13.00	54.17	4.00	100.00	20.00	62.50	ผ่าน
19	3.00	75.00	14.00	58.33	4.00	100.00	21.00	65.63	ผ่าน
20	3.00	75.00	15.00	62.50	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
21	3.00	75.00	15.00	62.50	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
22	3.00	75.00	15.00	62.50	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
23	3.00	75.00	14.00	58.33	4.00	100.00	21.00	65.63	ผ่าน
24	4.00	100.00	14.00	58.33	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
25	2.00	50.00	16.00	66.67	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
26	4.00	100.00	14.00	58.33	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
27	3.00	75.00	15.00	62.50	3.00	75.00	21.00	65.63	ผ่าน
28	3.00	75.00	12.00	50.00	3.00	75.00	18.00	56.25	ไม่ผ่าน
\bar{x}	3.29	82.14	14.86	61.90	3.71	92.86	21.86	68.30	ผ่าน
S.D.	0.59	14.73	2.22	9.23	0.52	13.12	2.40	7.50	-

จากตาราง 17 พบว่าผลคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 85.71 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 14.29 ของกลุ่มเป้าหมาย

เมื่อพิจารณาจากภาพรวมพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เฉลี่ยอยู่ที่ 21.86 จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน และในด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.29 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ในด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 14.86 จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน และด้านสถานการณ์หรือบริบท มีคะแนนเฉลี่ย 3.71 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน จะเห็นได้ว่าในด้านการกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และสถานการณ์หรือบริบทเช่นเดิม และสังเกตจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกสถานการณ์ได้ถูกต้องว่าตรงกับบริบทใด ซึ่งพบว่ามีนักเรียนได้คะแนนเต็ม 4 คะแนน จำนวน 21 คน และมีนักเรียนเพียง 1 คน ที่มีคะแนนด้านนี้ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดเต็ม 4 คะแนน จำนวน 10 คน นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง และมีนักเรียน 2 คนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 และด้านการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดคือ 20 คะแนน จำนวน 1 คน นักเรียนที่มีคะแนนต่ำสุดคือ 12 คะแนน จำนวน 4 คน พบว่านักเรียนแต่ละคนมีการพัฒนาด้านการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นทุกคน ส่วนใหญ่นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ต้องการทราบได้ นำหลักการ สูตร หรือทฤษฎีมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้ แต่มีผิดพลาดในด้านตีความและประเมินผลลัพธ์ นักเรียนไม่ได้เขียนหรือสรุปคำตอบ ไม่ได้ประเมินผลลัพธ์ตามที่สถานการณ์ต้องการ และผู้วิจัยยังได้นำเสนอข้อมูลในการเขียนคำตอบและการประเมินผลการทดสอบ จากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังภาพประกอบต่อไปนี้



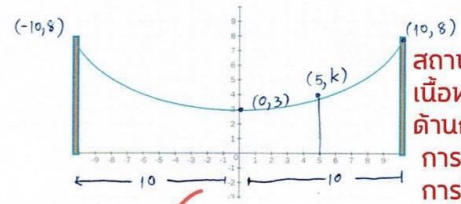
เสาไฟฟ้า



หมู่บ้านแห่งหนึ่ง มีเสาไฟฟ้าเรียงกันตามถนน เสาไฟฟ้าสูง 8 เมตรจากพื้นดิน และเสาไฟแต่ละต้นอยู่ห่างกัน 20 เมตร มีการโยงสายไฟฟ้าระหว่างเสาทั้งสองโดยสายไฟหย่อนเป็นรูปพาราโบลา มีจุดต่ำสุดสูงจากพื้นดิน 3 เมตร

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด
บริบททางสังคม

คำถามที่ 2 : จุดต่ำสุดของสายไฟอยู่ที่กิโล



จุดต่ำสุด คือ (0, 3)

สถานการณ์หรือบริบท = 1
เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 1
ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
การคิด = 2
การใช้ = 2
การตีความ = 1
รวมทั้งหมด 7 คะแนน

คำถามที่ 3 : ณ จุดที่ห่างจากจุดกึ่งกลางระหว่างเสาทั้งสอง 5 เมตร สายไฟจะอยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด

สมการพาราโบลา $(x-h)^2 = 4c(y-k)$ $\Rightarrow (x-0)^2 = 4c(y-3)$

จุด $(h, k) = (0, 3)$ $x^2 = 4c(y-3)$

จุดผ่าน $(10, 8), (-10, 8)$ หาค่า c จากจุด ผ่าน $(10, 8)$

หาความสูงของเสา $(5, k)$ $10^2 = 4c(8-3)$

$100 = 4c(5)$

$c = \frac{100}{20} = 5$

$\therefore x^2 = 20(y-3)$ เป็นสมการพาราโบลา

หาความสูงของเสา จากจุด $(5, k)$

แทนค่า $5^2 = 20(k-3)$

$25 = 20k - 60$

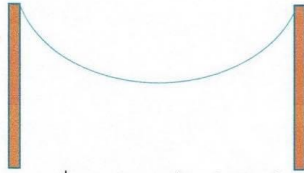
$85 = 20k$

$k = \frac{85}{20} = 4.25 \neq$



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

เสาไฟฟ้า

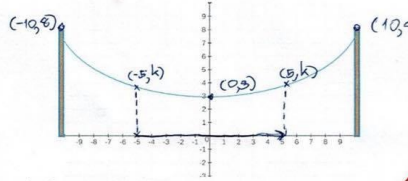
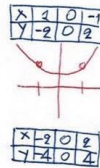


หมู่บ้านแห่งหนึ่ง มีเสาไฟฟ้าเรียงกันตามถนน เสาไฟฟ้าสูง 8 เมตรจากพื้นดิน และเสาไฟแต่ละต้นอยู่ห่างกัน 20 เมตร มีการโยงสายไฟฟ้าระหว่างเสาทั้งสองโดยสายไฟหย่อนเป็นรูปพาราโบลา มีจุดต่ำสุดสูงจากพื้นดิน 3 เมตร

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

คณิตศาสตร์

คำถามที่ 2 : จุดต่ำสุดของสายไฟอยู่ที่กิโล



ด้านสัมประสิทธิ์ของ $x^2 = 1$
 ด้านเพื่อหาพหุนามดีกรีสอง = 1
 ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - การคิด = 2
 - การใช้ = 1
 - การตีความ = 2
 รวม 7 คะแนน

จุด $(0, 3) = (h, k)$

คำถามที่ 3 : ณ จุดที่ห่างจากจุดกึ่งกลางระหว่างเสาทั้งสอง 5 เมตร สายไฟจะอยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด

k : จุดกึ่งกลางระหว่างเสาทั้งสองจะห่างจากเสาแต่ละต้น 10 เมตร = 5 เมตร
 จุด $(-5, k)$ และ $(5, k)$ จุดต่ำสุดคือจุด $(0, 3) = (h, k)$ จุดปลาย $(-10, 8)$ และ $(10, 8)$

พ. : สมมติให้สมการของเส้นโค้งเป็น $y = a(x-h)^2 + k$

D : จุดก พาราโบลา $(x-h)^2 = 4a(y-k)$

แทนค่าจุด $(-10, 8)$ และ $(10, 8)$ จะได้ $(10-0)^2 = 4a(8-3)$

$100 = 4a(5)$

$100 = 20a$

$a = 5$ แทนค่าในสมการจะได้ $x^2 = 20(y-3)$

แทนค่าจุด $(5, y)$ จะได้ $25 = 20(y-3)$

$25 = 20y - 60$
 $y = \frac{85}{20} = 4.25$

$\therefore y = 4.25$

L : สายไฟจะอยู่สูงจากพื้นดิน 4.25 เมตร



ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1) ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน
 หลังจากประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบเสร็จสิ้น

ได้พิจารณาองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์
 ร้อยละ 60 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งมีอยู่ 4 คน มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ด้านเนื้อหาทางคณิต

ศาสตร์ คือ นักเรียนคนที่ 3 ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนคนที่ 2, 3, 14, และ 28 ด้านสถานการณ์หรือบริบทนักเรียนทั้ง 4 คนมีคะแนนมากกว่าร้อยละ 60 ผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบของนักเรียนทั้ง 4 คนมาพิจารณาถึงปัจจัยที่ทำให้นักเรียนทำแบบทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ มีดังนี้

1) ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนคนที่ 3 ไม่ผ่านเกณฑ์ในด้านนี้ คือ นักเรียนไม่สามารถนำสูตรและตัวแปรที่กำหนดให้มาตีความและเปรียบเทียบกับข้อมูลที่กำหนดให้ได้ จึงตอบคำถามได้ไม่ถูกต้อง และในการหาสมการพาราโบลาจากสถานการณ์นักเรียนไม่สามารถนำสิ่งที่ได้จากสถานการณ์มาหาความสัมพันธ์เพื่อหาสมการพาราโบลาได้

2) ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนทั้ง 4 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ในด้านนี้ คือ นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ให้มาได้บ้างข้อ หาสิ่งที่สถานการณ์ต้องการได้บ้างข้อ ในเมื่อ นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบผิดพลาดจึงส่งผลให้นักเรียนดำเนินการหาคำตอบผิดพลาดไปด้วย และบางข้อที่นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ แต่การดำเนินการ การคิดคำนวณ การย้ายข้างสมการนักเรียนจะมีข้อผิดพลาดในส่วนนี้ และนักเรียนทั้ง 4 คนนี้จะมีข้อผิดพลาดที่เหมือน ๆ กัน

3) ด้านสถานการณ์หรือบริบท นักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ทั้ง 4 คน และนักเรียนคนที่ 28 ตีความสถานการณ์ผิดพลาดเพียงข้อเดียว

หลังจากผู้วิจัยประเมินคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์องค์รวม 3 องค์ประกอบ พบว่านักเรียนทั้ง 4 คนไม่ผ่านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงพิจารณาเฉพาะองค์ประกอบด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 18 คะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนคนที่	กระบวนการทางคณิตศาสตร์						รวม (24)	ร้อยละ
	การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์		การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์		การตีความและประเมินผลลัพธ์			
	คะแนน(8)	ร้อยละ	คะแนน (8)	ร้อยละ	คะแนน (8)	ร้อยละ		
2	4.00	50.00	4.00	50.00	4.00	50.00	12.00	50.00
3	4.00	50.00	4.00	50.00	4.00	50.00	12.00	50.00
14	4.00	50.00	4.00	50.00	4.00	50.00	12.00	50.00
28	4.00	50.00	4.00	50.00	4.00	50.00	12.00	50.00

1) นักเรียนคนที่ 2 พบว่าสามารถระบุประเด็นที่สถานการณ์ให้มาได้ แต่ไม่มีการระบุสิ่งที่ต้องการทราบจากสถานการณ์ สามารถใช้หลักการหรือนำสูตรที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์มาใช้ได้แต่ยังไม่สามารถดำเนินการตามสูตรหรือในการหาผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้ และสรุปผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา

2) นักเรียนคนที่ 3 พบว่าสามารถระบุประเด็นที่สถานการณ์ให้มาและแปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง 2 ข้อ ข้ออื่น ๆ นักเรียนไม่สามารถนำสิ่งที่สถานการณ์ให้มาเชื่อมโยงเพื่อหาสูตรหรือหลักการมาใช้ในการหาคำตอบได้

3) นักเรียนคนที่ 14 พบว่าสามารถระบุประเด็นที่สถานการณ์ให้มาได้ แต่การแปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้แต่ไม่ถูกต้อง นำสูตรและหลักการมาใช้หาคำตอบได้บางข้อ และมีการคำนวณตัวเลขผิดพลาดบางข้อ สำหรับข้อที่ดำเนินการถูกต้องจะตอบเพียงแค่ตัวเลข ไม่สรุปคำตอบที่สถานการณ์ต้องการ

4) นักเรียนคนที่ 28 พบว่าสามารถสิ่งที่สถานการณ์ต้องการทราบได้ แต่ไม่ระบุสิ่งที่สถานการณ์ให้มา นำสูตรหรือหลักการมาใช้หาผลลัพธ์ได้ถูกต้องและมีการสรุปสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ 2 ข้อ

2) ผลการวิเคราะห์แบบบันทึกหลังแผนการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แบบบันทึกหลังแผนการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยสังเกตปัญหาที่พบในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนของนักเรียน ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญาร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น K 2) ชั้นแสวงหาคำตอบ ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น W 3) ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น D และ L และ 4) ชั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการแบบบันทึกหลังแผนตามขั้นตอนการสอนดังนี้

1) ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญาร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น K

ผู้เรียนส่วนมากรู้ว่าพาราโบลา มีลักษณะเป็นอย่างไร แต่เมื่อผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริง ผู้เรียนบางคนเกิดความสงสัยว่าสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องอะไร เป็นเรื่องพาราโบลาหรือไม่ นำสมการพาราโบลามาใช้อย่างไร และผู้เรียนบางคนก็สามารถสร้างจุดต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

2) ชั้นแสวงหาคำตอบ ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น W

ผู้เรียนสามารถหาสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ แต่ว่าขั้นตอนการหาคำตอบผู้เรียนยังไม่สามารถนำสมการพาราโบลามาใช้ในการหาคำตอบได้ แต่เมื่อผู้สอนได้แนะนำนักเรียนไปที่ละขั้นให้ผู้เรียนได้คิดตาม จนผู้เรียนมีไอเดียในการหาคำตอบ

3) ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น D และ L

ผู้เรียนที่นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาสามารถอธิบายได้กระชับ ทำให้เพื่อนส่วนใหญ่เข้าใจวิธีคิด ซึ่งในการนำเสนอนี้พบว่าผู้เรียนที่ออกมานำเสนอมีวิธีการแก้ปัญหาวิธีที่เหมือนกัน แต่ยังมีผู้เรียนส่วนน้อยที่ยังฟังเพื่อนไม่เข้าใจ เนื่องจากผู้เรียนกลุ่มนี้ต้องใช้เวลาในการทำ ความเข้าใจพอสมควร

4) ชั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL

ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถทำใบงานได้ มีการเขียนคำตอบในตาราง KWDL ได้แต่ยังเขียนไม่สมบูรณ์เนื่องจากระยะเวลาที่ให้ผู้เรียนได้ทำใบงานเป็นระยะเวลาไม่นาน

จากการสังเกตแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้พบว่าปัญหาของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการนี้ คือ ผู้เรียนสามารถนำความรู้เรื่องพาราโบลามาใช้ได้ สถานการณ์ที่คุ้นชินได้ แต่เมื่อเจอสถานการณ์ที่แปลกใหม่ผู้เรียนจะต้องใช้เวลาในการศึกษาเรียนรู้ นาน บางคนจะหาตัวแปร หาส่วนประกอบต่าง ๆ ของพาราโบลามาจากสถานการณ์ได้ไม่ครบทุกตัว เมื่อครูผู้สอนชี้แนะนักเรียนถึงจะมีความเข้าใจและคิดหาวิธีหาคำตอบได้เอง

3) ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL และหลังจากนักเรียนทำแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ทำวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยนำนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์มาสัมภาษณ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์จะเกี่ยวกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีปัญหาด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนตามข้อคำถาม ดังนี้

2.1) นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ พบว่า นักเรียนรู้ว่าต้องใช้ความรู้เดิมเรื่องพาราโบลา แต่ก็ยังสับสน สัมผัสสมการพาราโบลาย่าง บ้าง โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...พอได้ครับ เพราะว่าสถานการณ์มันชัดเจนว่าต้องใช้เรื่องอะไร แล้วครูก็เพิ่งจะสอนเรื่องนี้ครับ...”

(นักเรียนคนที่ 11, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ได้อยู่ค่ะ หนูรู้ว่าต้องใช้เรื่องพาราโบลาค่ะ แต่ว่าหนูก็ยังจำรูปสมการพาราโบลาไม่ค่อยได้ค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 28, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.2) นักเรียนสามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ให้เป็นเครื่องหมายในเชิง

คณิตศาสตร์ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ พบว่า นักเรียนจะแปลงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาไม่ค่อยได้โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ไม่ได้ครับ ผมต้องถามเพื่อนเอาครับ เพราะผมไม่ชอบคณิต มันยากครับ ผมจะตีโจทย์ไม่ค่อยได้...”

(นักเรียนคนที่ 3, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ได้นิดหน่อยค่ะ เพราะมันก็มีลิมไปบ้าง ค่อนข้างค่ะ หนูเริ่มหาตัวแปรจากสิ่งที่หนูเข้าใจก่อน...”

(นักเรียนคนที่ 11, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.3) นักเรียนสามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหามาทาง

คณิตศาสตร์ไปใช้ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ พบว่า นักเรียนสามารถนำสมการพาราโบลามาแก้ปัญหาก็ได้ แต่ก็ยังใช้ประโยชน์จากสมการนั้นไม่ได้ มีนักเรียนที่ไม่สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาก็ได้เอง โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ได้มั้งค่ะ หนูรู้แค่จะใช้สมการพาราโบลา แต่หนูทำต่อไม่ได้ค่ะ ต้องรอเพื่อนบอกอีกทีค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 28, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ถ้าได้คิดเองคงไม่ได้หรอกครับ ถ้าทำได้ก็นานครับ ผมคิดช้า ผมไม่ชอบคณิต...”

(นักเรียนคนที่ 3, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.4) นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้หรือไม่ อย่างไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ ตอบว่า ทำได้ โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ทำได้ครับ เพราะว่าในใบกิจกรรมแต่ละช่องบอกว่าต้องทำอะไรบ้าง...”

(นักเรียนคนที่ 5, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.5) นักเรียนสามารถรายงานคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบ

ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ ตอบว่า สามารถเขียนแสดงวิธีทำได้ และการตรวจสอบผลลัพธ์ได้ โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...สามารถเขียนแสดงวิธีทำวิธีการแก้ปัญหาได้ค่ะ ถ้ามีตัวอย่างให้หนูดู เพราะถ้ามีตัวอย่างหนูก็จะทำเองได้ค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 28, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ได้ค่ะ เพราะว่าหนูได้ดูจากตัวอย่างและมีความเข้าใจด้วยค่ะ แต่ว่าตรวจสอบผลลัพธ์หนูทำได้นิดหน่อยค่ะ เพราะถ้าเป็นแทนค่ากลับแล้วสมการเป็นจริงแบบนี้หนูตรวจสอบได้ค่ะ ถ้าอื่นแบบอื่น ๆ ก็ต้องมีตัวอย่างก่อนค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 11, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.6) นักเรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ได้ครับ เพราะว่าก่อนจะตอบคำตอบเราก็ต้องอ่านโจทย์ดูสิ่งที่โจทย์ถามก่อนตอบอยู่ แล้วครับถึงจะสรุปคำตอบว่าตอบอะไรครับ...”

(นักเรียนคนที่ 5, 13 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยสามารถจับประเด็นสำคัญต่าง ๆ จากการสัมภาษณ์ในครั้งนี้ คือ นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียน สามารถนำเนื้อหาสาระที่เรียนรู้อามาแล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้บ้าง และนักเรียนสามารถวางแผนการดำเนินการได้ เนื่องจากในตาราง KWDL สำหรับการแก้ปัญหาขั้นตอนที่ชี้แนะให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดเป็นขั้นเป็นตอน แต่นักเรียนยังมีนักเรียนบางส่วนที่นำเนื้อหาสาระมาใช้ยังไม่ค่อยดีเท่าที่ควร อีกทั้งสถานการณ์ปัญหาอาจจะซับซ้อน ทำให้นักเรียนนำสมการมาใช้แก้ปัญหาค่อนข้างยุ่งยาก ทั้งนักเรียนยังไม่เคยทำมาก่อน และนักเรียนจะเรียนรู้ใช้เวลาคิดนาน เนื่องจากไม่ถนัดในรายวิชาคณิตศาสตร์

4. ชั้นสะท้อนผล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์และจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีจำนวน 4 คน ทั้ง 4 คนนี้ยังมีปัญหาการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนจะตีความตีความสถานการณ์ปัญหาไม่ได้บ้างสถานการณ์ นำสูตรนำหลักการต่าง ๆ มาใช้ยังไม่ได้

รู้แค่ว่าต้องนำสมการพาราโบลามาใช้แล้วนำมาแทนค่า นำมาดำเนินการหาผลลัพธ์ยังไม่ได้ หรือยังไม่สำเร็จผล มีการคำนวณเลขผิดพลาด อีกทั้งยังตอบคำถามไม่ครอบคลุมตามสิ่งที่โจทย์ต้องการและเป็นนักเรียนทั้ง 4 คนนี้ไม่ถนัดในรายวิชาคณิตศาสตร์ คิดค่อนข้างช้ากว่าคนอื่น ๆ ทำให้ผู้วิจัยสรุปประเด็นปัญหาและวิธีการแก้ไขได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 19 สรุปปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พร้อมแนวทางการแก้ไข

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
1. เนื่องจากกิจกรรมในการเรียนการสอนมีใบงานเป็นงานรายบุคคล นักเรียนที่ไม่เข้าใจหรืออ่อนในรายวิชาคณิตศาสตร์ จะทำไม่ได้หรือได้บ้างแต่น้อยมาก	1. ควรมิกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนร่วมกันแสดงความคิดภายในกลุ่ม เรียนช่วยกัน คนเก่งสอนคนอ่อน
2. เนื้อหาที่มีความยากขึ้นทำให้นักเรียนใช้เวลาเรียนรู้ยาวนาน	2. ควรกระตุ้นผู้เรียนเกี่ยวกับเวลาในการทำงาน ให้ตรงต่อเวลาส่งงานตามเวลาที่กำหนด อาจจะให้รางวัลคนที่ส่งงานทันเวลาที่กำหนด
3. นักเรียนมักจะตอบคำถามไม่ครบตามที่โจทย์ต้องการ	3. เน้นย้ำกับผู้เรียนให้หาสิ่งที่โจทย์ต้องการให้ถูกต้อง และตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการเท่านั้น

สิ่งที่ผู้วิจัยจะต้องปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 2 คือ การปรับแก้กิจกรรมการเรียนรู้อีกเพื่อความน่าสนใจ มีการทำกิจกรรมกลุ่ม ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันมากยิ่งขึ้น ออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาในการเรียนรู้ เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เช่นเดิม นอกจากนั้นจะต้องเน้นย้ำให้นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการ สิ่งที่โจทย์ให้มา อีกทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ย้อนกลับเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และจัดกลุ่มให้นักเรียนคนที่ 2, 3, 14 และ 28 ได้เรียนรู้กับนักเรียนคนที่เก่งกว่าเพื่อจะได้เรียนรู้ไปพร้อมกัน

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในวงจรปฏิบัติการที่ 3

1. ชั้นวางแผน

หลังจากผู้วิจัยได้ทราบปัญหาและได้หาแนวทางในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้นำการจัดกิจกรรมกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนกับนักเรียน ซึ่งการจัดกิจกรรมกลุ่มเป็นการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ นักเรียนจะได้ทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

ให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด มีความรับผิดชอบและมีเป้าหมายร่วมกันคือความสำเร็จของกลุ่มเป็นความสำเร็จของตนเอง ที่สำคัญจะช่วยให้แก่นักเรียนที่เก่งได้ช่วยเหลือแก่นักเรียนที่อ่อนกว่า และนักเรียนที่เก่งปานกลางได้เรียนรู้กับนักเรียนที่เก่ง นักเรียนจะได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกภายในกลุ่ม ทำให้สะดวกต่อการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ในวงจรปฏิบัติการนี้ผู้วิจัยยังจะใช้เทคนิค KWDL เช่นเดิมเนื่องจากนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทั้ง 4 คนยังมีปัญหาในด้านการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม โดยมีขั้นตอนการสอนและรายการปรับปรุงดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 20 วางแผนปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการปรับปรุง/ขั้นตอนการสอน	ประเด็นการปรับปรุง
ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น K	- เพิ่มกิจกรรมกลุ่มโดยแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน ในอัตราส่วน 1 : 2 : 2 เพื่อให้แก่นักเรียนที่อ่อนได้เรียนรู้พร้อมกับเพื่อนในกลุ่ม อีกทั้งนักเรียนที่เก่งจะได้สอนแก่นักเรียนที่อ่อนกว่า
ชั้นแสวงหาคำตอบ ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น W	- เพิ่มการอภิปรายภายในกลุ่มของผู้เรียน เพื่อให้แก่นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีข้อสรุปในการหาคำตอบร่วมกัน จะได้ช่วยกันในการหาผลลัพธ์
ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น D และ L	- เปลี่ยนจากสุ่มนักเรียนตัวแทนห้องเป็นสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา - มีการสรุปความคิดรวบยอด ความรู้ที่ได้จากการเรียนเป็นกลุ่ม และแผนผังความคิดในการสรุปความรู้รายบุคคล
ชั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL	- การเฉลยคำตอบ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบบนกระดาน แล้วให้นักเรียนตรวจสอบวิธีการหาคำตอบร่วมกัน

ตาราง 21 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	การรู้เรื่องคณิตศาสตร์						รวม (32)	ร้อยละ	การ ประเมิน
	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์		กระบวนการทาง คณิตศาสตร์		สถานการณ์หรือบริบท				
	คะแนน (4)	ร้อยละ	คะแนน (24)	ร้อยละ	คะแนน (4)	ร้อยละ			
7	4.00	100.00	22.00	91.67	4.00	100.00	30.00	93.75	ผ่าน
8	4.00	100.00	19.00	79.17	4.00	100.00	27.00	84.38	ผ่าน
9	4.00	100.00	20.00	83.33	4.00	100.00	28.00	87.50	ผ่าน
10	3.00	75.00	20.00	83.33	4.00	100.00	27.00	84.38	ผ่าน
11	4.00	100.00	18.00	75.00	3.00	75.00	25.00	78.13	ผ่าน
12	4.00	100.00	22.00	91.67	4.00	100.00	30.00	93.75	ผ่าน
13	3.00	75.00	19.00	79.17	4.00	100.00	26.00	81.25	ผ่าน
14	4.00	100.00	15.00	62.50	4.00	100.00	23.00	71.88	ผ่าน
15	4.00	100.00	15.00	62.50	4.00	100.00	23.00	71.88	ผ่าน
16	2.00	50.00	18.00	75.00	4.00	100.00	24.00	75.00	ผ่าน
17	4.00	100.00	14.00	58.33	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
18	3.00	75.00	16.00	66.67	4.00	100.00	23.00	71.88	ผ่าน
19	4.00	100.00	19.00	79.17	4.00	100.00	27.00	84.38	ผ่าน
20	3.00	75.00	15.00	62.50	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
21	3.00	75.00	20.00	83.33	4.00	100.00	27.00	84.38	ผ่าน
22	3.00	75.00	15.00	62.50	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
23	3.00	75.00	16.00	66.67	4.00	100.00	23.00	71.88	ผ่าน
24	3.00	75.00	17.00	70.83	4.00	100.00	24.00	75.00	ผ่าน
25	2.00	50.00	21.00	87.50	4.00	100.00	27.00	84.38	ผ่าน
26	4.00	100.00	16.00	66.67	4.00	100.00	24.00	75.00	ผ่าน
27	3.00	75.00	17.00	70.83	4.00	100.00	24.00	75.00	ผ่าน
28	3.00	75.00	15.00	62.50	4.00	100.00	22.00	68.75	ผ่าน
\bar{x}	3.36	83.93	17.71	73.81	3.93	98.21	25.00	78.13	ผ่าน
S.D.	0.61	15.26	2.49	10.38	0.26	6.44	2.60	8.14	-

จากตาราง 21 พบว่านักเรียนมีผลคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ทุกคน คิดเป็นร้อยละ 100 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

พิจารณาจากภาพรวม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เฉลี่ยอยู่ที่ 25 จากคะแนนเต็ม 32 คะแนน ในด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมี คะแนนเฉลี่ย 3.36 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ซึ่งมีจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนเต็ม 4 คะแนน จำนวน 10 คน และมีนักเรียนเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน จำนวน 2 คน เท่าเดิม ด้านกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 17.71 จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน มีนักเรียนได้คะแนน สูงสุดคือ 22 คะแนน จำนวน 3 คน นักเรียนที่มีคะแนนต่ำสุดคือ 14 คะแนน จำนวน 1 คน และ ด้านสถานการณ์หรือบริบท มีคะแนนเฉลี่ย 3.93 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน มีนักเรียนได้ คะแนนเต็ม 4 คะแนน จำนวน 26 คน จะเห็นได้ว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีการพัฒนาการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ดีขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 นักเรียนมีคะแนนในด้านต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำเสนอร่องรอยการเขียนคำตอบของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์และตัวอย่างการตรวจแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจร ปฏิบัติการที่ 3



ดาวเคราะห์

แรงดึงดูดระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ทำให้ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ วงโคจรของดาวเคราะห์เป็นวงรีเกือบกลม โดยมีจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์อยู่ที่โฟกัสจุดหนึ่ง สมบัติข้อนี้ค้นพบโดย Johannes Kepler และพิสูจน์โดย Isaac Newton วงโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวงมีความรีหรือความเยื้องศูนย์กลางแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง

สถานการณ์หรือบริบท = 1
 เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 0
 ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 การคิด = 2
 การใช้ = 2
 การตีความ = 2
 รวมทั้งหมด 7 คะแนน

ดาวเคราะห์	ความเยื้องศูนย์กลาง
ดาวพุธ	0.205
ดาวศุกร์	0.046
โลก	0.017
ดาวพฤหัสบดี	0.049
ดาวเนปจูน	0.011
ดาวอังคาร	0.094
ดาวเสาร์	0.057
ดาวพลูโต*	0.244
ดาวศุกร์	0.007

* สหพันธ์ดาราศาสตร์สากลมีมติให้ดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์แคระในระบบสุริยะตั้งแต่วันที่ 24 สิงหาคม 2549 เป็นต้นไป

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

วิทยาศาสตร์

คำถามที่ 2 : ความเยื้องศูนย์กลางที่เข้าใกล้ 0 มาก และเข้าใกล้ 1 มาก ลักษณะของวงรีจะเป็นอย่างไร

ความเยื้องศูนย์กลางเข้าใกล้ 0 มาก วงรีมีลักษณะวงกลม

ความเยื้องศูนย์กลางเข้าใกล้ 1 มาก วงรีมีลักษณะยาว

คำถามที่ 3 : ค่าเฉลี่ยของความเยื้องศูนย์กลางของดาวเคราะห์ในวงโคจรนี้เป็นเท่าใด

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} = \frac{0.73}{9} = 0.081$$

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ดาวเคราะห์

แรงดึงดูดระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ทำให้ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ วงโคจรของดาวเคราะห์เป็นวงรีเกือบกลม โดยมีจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์อยู่ที่โฟกัสจุดหนึ่ง สมบัติข้อนี้ค้นพบโดย Johannes Kepler และพิสูจน์โดย Isaac Newton วงโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวงมีความรีหรือความเยื้องศูนย์กลางแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง

สถานการณ์หรือบริบท = 1
 เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 0
 ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์โลก
 การคิด = 2
 การใช้ = 2
 การตีความ = 2
 รวมทั้งหมด 7 คะแนน

ดาวเคราะห์	ความเยื้องศูนย์กลาง
ดาวพุธ	0.205
ดาวศุกร์	0.046
โลก	0.017
ดาวพฤหัสบดี	0.049
ดาวเสาร์	0.011
ดาวยูเรนัส	0.094
ดาวเนปจูน	0.057
ดาวพลูโต*	0.244
ดาวศุกร์	0.007

$$\frac{0.73}{9}$$

* สหพันธ์ดาราศาสตร์สากลมีมติให้ดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์แคระในระบบสุริยะตั้งแต่วันที่ 24 สิงหาคม 2549 เป็นต้นไป

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

วิทยาศาสตร์

คำถามที่ 2 : ความเยื้องศูนย์กลางที่เข้าใกล้ 0 มาก และเข้าใกล้ 1 มาก ลักษณะของวงรีจะเป็นอย่างไร

ความเยื้องศูนย์กลางเข้าใกล้ 0 วงรีจะเข้าใกล้วงกลม แต่ค่าเยื้องศูนย์กลาง 1 วงรีจะเข้าใกล้เส้นตรง

คำถามที่ 3 : ค่าเฉลี่ยของความเยื้องศูนย์กลางของดาวเคราะห์ในวงโคจรนี้เป็นเท่าใด

$$\frac{0.205 + 0.046 + 0.017 + 0.049 + 0.011 + 0.094 + 0.057 + 0.244 + 0.007}{9}$$

$$\frac{\sum X}{N} = \frac{0.73}{9} = 0.081$$

ดังนั้นค่าเฉลี่ยของความเยื้องศูนย์กลาง ความ เท่ากับ 0.081

ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1) ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

หลังจากประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบเสร็จสิ้น ได้พิจารณาคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แบ่งเป็น 3 ด้าน พบว่า

1) ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนมากสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง มีนักเรียน 2 คนที่ได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 60 ซึ่งพบว่านักเรียนหาคำตอบผิดจึงหาผลลัพธ์ได้ไม่ถูกต้อง

2) ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนมากมีการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ให้มาได้ถูกต้อง นำเนื้อสาระมาใช้ได้ถูกต้อง แต่มีบางคนยังมีการคำนวณผิดพลาดเล็กน้อย ไม่เขียนสรุปคำตอบบางข้อ แต่โดยรวมนักเรียนมีการวางแผนการทำงานได้ดีขึ้น

3) ด้านสถานการณ์หรือบริบท นักเรียนสามารถจัดสถานการณ์ให้ถูกต้องตามบริบทต่าง ๆ ได้คะแนนเต็ม 4 ทั้งหมด 26 คน

ซึ่งในวงจรปฏิบัติการนี้นักเรียนมีความตั้งใจเรียน นักเรียนเรียนรู้กันเป็นกลุ่มช่วยเหลือกันและกันให้เข้าใจกันทั้งกลุ่ม เป็นผลมาจากการมีกิจกรรมกลุ่มเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เรียนรู้ไปด้วยกัน

2) ผลการวิเคราะห์แบบบันทึกหลังแผนการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แบบบันทึกหลังแผนการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยสังเกตปัญหาที่พบในขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนของนักเรียน และผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญาร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น K 2) ชั้นแสวงหาคำตอบร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น W 3) ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น D และ L และ 4) ชั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการแบบบันทึกหลังแผนตามขั้นตอนการสอนดังนี้

1) ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น K

ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีความสามัคคีแบ่งงานกันได้ดี สามารถช่วยกันคิดตามสิ่งที่ครูถามได้ มีความสนใจในกิจกรรมที่ครูจะให้สร้างวงรี แต่ในกิจกรรมที่ครูเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวงรี นักเรียนแต่ละกลุ่มก็ช่วยกันคิดวิเคราะห์ได้ว่าสถานการณ์ให้ตัวแปรอะไรมา บางกลุ่มที่ยังคิดไม่ได้

2) ขั้นแสวงหาคำตอบ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W

ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสามารถหาสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ แต่ยังมีบางส่วนที่สับสนว่าสิ่งที่สถานการณ์ต้องการทราบนั้นจะแก้ปัญหายังไง มีนักเรียนที่อ่อนจะไม่ค่อยจะเข้าใจกับปัญหาพบว่าหัวหน้ากลุ่มหรือนักเรียนที่เก่งได้อธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟัง แล้วได้ปรึกษากัน แบ่งหน้าที่กันในการค้นหาวิธีการหาคำตอบจากหนังสือและในอินเทอร์เน็ต ในขั้นนี้จะพบว่านักเรียนมีความสามัคคีกันแต่จะเกิดความวุ่นวายเล็กน้อยเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มคุยกัน จะคุยกันเสียงดังรบกวนกลุ่มอื่น ๆ

3) ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น D และ L

ตัวแทนผู้เรียนในแต่ละกลุ่มที่ถูกสุ่มออกมาแนะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้เลือกนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาแนะนำ ปรากฏว่าผู้เรียนทั้ง 4 คน สามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้อธิบายด้วยภาษาที่ทำให้เพื่อนทั้งชั้นเข้าใจ ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นนี้นักเรียนจะเสียงดังขณะที่เพื่อนนำเสนอ จะมีคุยกันในกลุ่มบ้าง บางกลุ่มก็ส่งกำลังใจให้เพื่อน

4) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL

ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถทำใบงานได้ดีขึ้น เขียนคำตอบในตาราง KWDL ได้ดีขึ้นมีการสรุปคำตอบได้ชัดเจน ปัญหาคือนักเรียนปรึกษาคู่กันรบกวนเพื่อนที่ทำใบงานกันอยู่ จากการสังเกตแบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้พบว่าปัญหาของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการนี้ คือ ผู้เรียนมีการพูดคุยกันเสียงดังขณะเรียนรู้ในการทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนมีความสนุกสนานในการเรียน ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้นจากที่เรียนมาทั้งหมด

3) ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และหลังจากนักเรียนทำแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยนำนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์มาสัมภาษณ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม มี 4 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น K
- 2) ขั้นแสวงหาคำตอบ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น W
- 3) ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกับเทคนิค KWDL ขั้น D และ L
- และ 4) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ดังนี้

2.1) นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ เพราะ

อะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์
ครั้งนี้ ตอบว่า สามารถนำความรู้เดิมมาใช้ได้ โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ช่วงแรกไม่ได้ แต่หลัง ๆ ได้อยู่ครับ ก็เพราะมีเพื่อนสอนด้วยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.2) นักเรียนสามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ให้เป็นเครื่องหมายในเชิง
คณิตศาสตร์ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์
ครั้งนี้ ตอบว่า สามารถแปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ได้ โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ได้บ้างไม่ได้บ้าง ก็มีเพื่อนในกลุ่มช่วยบอกด้วยค่ะ เพื่อนที่เก่ง ๆ เขาจะสอนหนูว่า
ทำอย่างนั้นอย่างนี้...”

(นักเรียนคนที่ 28, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.3) นักเรียนสามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหามาทาง
คณิตศาสตร์ไปใช้ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์
ครั้งนี้ ตอบว่า ได้ สามารถนำสมการวงรีมาใช้ในการหาคำตอบได้ โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ได้ค่ะ เพราะว่าหนูเข้าใจและจำสมการวงรีได้แล้วค่ะ ในเรื่องนี้หนูมีความเข้าใจ
กว่าเรื่องอื่น ๆ อยู่ค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 28, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

“...ได้ เพราะผมจำสมการได้ เพื่อนในกลุ่มสอนวิธีการสังเกตด้วยครับทำให้ผมมีความ
เข้าใจเพิ่มขึ้น จนทำใบงานได้เองเลยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.4) นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้หรือไม่ อย่างไร
จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์
ครั้งนี้ ตอบว่า ทำได้ โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ทำได้ครับ เพราะว่าก่อนทำ ได้พูดคุยกับเพื่อน ได้คิดวิธีทำช่วยกัน ก่อนลองหาคำตอบ แล้วนำ
คำตอบมาเปรียบเทียบกันว่าเหมือนกันหรือไม่เหมือนกันครับ...”

(นักเรียนคนที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.5) นักเรียนสามารถรายงานคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบ
ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ ตอบว่า สามารถแก้ปัญหาโดยแสดงวิธีทำได้ แต่จะไม่มีการตรวจสอบคำตอบ โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...สามารถเขียนรายงานคำตอบ เขียนแสดงวิธีทำได้ค่ะ เพราะเรื่องนี้หนูมีความเข้าใจขึ้นมามากเลยคะ แต่หนูไม่ค่อยตรวจคำตอบคะได้คำตอบแล้วก็ตอบเลย เพราะหนูไม่รู้ว่าต้องตรวจสอบคำตอบด้วยคะ...”

(นักเรียนคนที่ 28, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

2.6) นักเรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้หรือไม่ เพราะอะไร

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ถูกคัดเลือกในการสัมภาษณ์ ตอบว่า โดยนักเรียนได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้

“...ได้ครับ สามารถตีความได้ครับว่าโจทย์ถามหาอะไร ก็ประเมินคำตอบก็สรุปตามสิ่งที่โจทย์ต้องการครับ...”

(นักเรียนคนที่ 3, 20 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายในครั้งนี้พบว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสาระการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงหาผลลัพธ์ได้ สามารถวางแผนการดำเนินการได้ สามารถนำเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ได้ เนื่องจากนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ได้ร่วมกันคิด ช่วยกันหาวิธีการแก้ปัญหา จึงส่งผลให้ในวงจรปฏิบัติการนี้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

4. ชั้นสะท้อนผล

จากการสังเกตการณ์จากการวัดความรู้เรื่องคณิตศาสตร์และจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 28 คน มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดและมีการทำงานร่วมกันในกลุ่มได้ดี สามารถแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ วางแผนการทำงานได้ชัดเจน ส่งงานภายในเวลาที่กำหนดทุกกลุ่ม นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันทำงานได้ดี อีกทั้งคนเก่งสอนให้คนที่อ่อนกว่าได้เข้าใจเนื้อหาสาระอีกด้วย นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ลงมือปฏิบัติงานทุกคน มีการทำงานเป็นระบบ มีการแสดงวิธีแก้ปัญหาได้ตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ดีเป็นที่น่าพอใจ

จากการวิเคราะห์ผลการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ช่วยพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ แต่ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ดังนั้นจึงต้องเพิ่มเทคนิคการ

จัดการเรียนรู้ KWDL เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งการจัดกิจกรรมกลุ่มยังช่วยให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งช่วยให้นักเรียนเรียนได้เข้าใจยิ่งขึ้น ฉะนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม จะช่วยพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีขึ้น และยังพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบด้วย สามารถตรวจสอบได้จากผลคะแนน แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแต่ละวงจรปฏิบัติการ



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

สรุปผล

การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า นักเรียนทุกคนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และเมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ พบว่านักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของจำนวนเต็ม จำนวน 16 คน จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 28 คน

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า นักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของจำนวนเต็มจำนวน 24 คน จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย 28 คน

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของจำนวนเต็ม จำนวน 28 คน

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ และพบว่านักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 3

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีนักเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 16 คน จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 28 คน และพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 12 คน มีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม โดยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่ำที่สุด และมีคะแนนด้านสถานการณ์หรือบริบทสูงที่สุด ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 16 คน นักเรียนส่วนใหญ่จะมีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียน มีความกระตือรือร้น อ่านหนังสือมาล่วงหน้า เอาใจใส่ในการเรียน และมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย เมื่อมีข้อสงสัยจะมีการซักถามครูผู้สอนทันทีนักเรียนจึงมีความเข้าใจในบทเรียน ได้รับฟังและได้สะท้อนความคิดของผู้อื่นถือเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจใหม่หรือสะท้อนความเข้าใจเดิมที่มีอยู่สอดคล้องกับ Brooks & Brooks (2000) ที่กล่าวว่านักเรียนจะมีความเข้าใจเรื่องที่เรียนและสามารถเชื่อมโยงโมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนรวมทั้งสามารถแก้ไขโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ถูกต้องได้ และ เพิ่มแรงจูงใจที่ผ่านการลงมือกระทำของผู้เรียนอย่างตื่นตัว เรียนรู้ตามสภาพจริง และส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณตลอดจนการสร้างความรู้ด้วยตนเองให้มากกว่าเดิม (สุมาลีชัยเจริญ, 2548) เนื่องจากงานวิจัยที่พัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ยังไม่มีผู้ใดศึกษา และงานวิจัยนี้จึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรลีนี ริดจันทร์ (2552) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ ส่วนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 12 คน มีปัญหาด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการคิดเชิงสถานการณ์ ไม่สามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ นักเรียนบางคนไม่สามารถระลึกความรู้เดิมได้ ไม่รู้ว่าจะนำเนื้อหาเรื่องอะไรมาใช้แก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาและนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ไม่ได้ อีกทั้งนักเรียนมีความสับสนว่าจะแก้ปัญหาเหล่านั้นอย่างไร อาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการสืบค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง

นอกจากนี้นักเรียนยังเขียนคำตอบไม่สอดคล้องกับข้อความอีกด้วยนั่นคือนักเรียนขาดการตีความ และประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยเหตุนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เพียงอย่างเดียวคงไม่เพียงพอต่อการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงกิจกรรม การเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อหาสิ่งที่สถานการณ์ต้องการทราบ ทักษะการ แก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น นักเรียนต้องได้รับการฝึกฝนจากปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกัน ฝึกทำอยู่เป็นประจำจน เกิดความชำนาญ นักเรียนจะได้มีประสบการณ์ในการเลือกยุทธวิธีที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ อย่างเหมาะสม (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2537)

วงจรถอบปฏิบัติที่ 2 นักเรียนที่มีคะแนนการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 24 คน จากกลุ่มเป้าหมาย 28 คน และนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 4 คน โดยพบว่า นักเรียนที่มีคะแนนการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นและผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 เป็นนักเรียนที่สามารถ แก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ นำเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มาวางแผนในการแก้ปัญหาที่ สมเหตุสมผลจนกระทั่งได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ภายหลังจากการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรถอบปฏิบัติที่ 1 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนทุกคนได้แก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นระบบเป็นขั้นตอน และใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ถือเป็นทฤษฎีที่สำคัญกับตัวนักเรียน ซึ่งเน้นให้ ได้เชื่อมโยงความรู้จนกระทั่งนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและร่วมกันแลกเปลี่ยน เรียนรู้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น โดยมีผู้สอนเป็นผู้จัดสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน (เวช ฤทธิ์ อังคนะภักทรขจร, 2555) อีกทั้งการนำเทคนิค KWDL เข้ามาเสริมจะช่วยพัฒนาด้านสติปัญญา ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เกิดผลสะท้อนในการแก้ปัญหาลายรูปแบบ ส่งผลให้ เป็นนักแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี ได้ฝึกการคิดอย่างมีระบบ (วีระศักดิ์ เลิศโสภา, 2544) สอดคล้องกับงานวิจัย ของ จันทรา เทศทัน, อาพัทธ์ เตียวตระกูล, และอังคณา อ่อนธานี (2560) พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ส่งเสริมการวิเคราะห์สถานการณ์ตามลำดับขั้นให้มีความเข้าใจปัญหามากขึ้น ส่วน นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 คน จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น แต่นักเรียนยังมี คะแนนการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ เพราะเวลานักเรียน ไม่ถนัดในวิชาคณิตศาสตร์ เรียนรู้ไม่ทัน เพื่อน และในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนเหล่านี้ขาดความเอาใจใส่ในงาน อาจจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อ วิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวว่า การทำงานที่มีการ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วน

ตนและส่วนรวม สมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัย จึงปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้มีการทำกิจกรรมกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มมากขึ้น

วงจรถอบปฏิบัติที่ 3 หลังจากได้ทำการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน โดยจัดการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 28 คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ทุกคน คิดเป็นร้อยละ 100 ของ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด ซึ่งในวงจรถอบปฏิบัติที่ 3 นี้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ตามความมุ่งหมาย ซึ่งเกิดจากการที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงรูปแบบการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นกิจกรรมกลุ่มย่อย และนักเรียนมีความคุ้นชินกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีประสบการณ์ ในการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีการวางแผนการดำเนินการตามขั้นตอน KWDL อีกทั้งมีการทำงานเป็นกลุ่มที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือและตรวจสอบความเข้าใจซึ่งกันและกัน จึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจบทเรียนอย่างถ่องแท้ ซึ่งสอดคล้องกับ วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2546) ที่กล่าวว่า กระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็น กลุ่มเล็ก ๆ จะทำให้คนเก่งเอื้ออาทรช่วยเหลือคนปานกลาง และคนอ่อนมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น มีความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น ส่วนคนกลางก็จะเรียนรู้วิธีเรียนจากคนเก่งและเอื้ออาทรต่อคนอ่อน คนอ่อนก็ จะได้รับความช่วยเหลือและส่งเสริมจากคนเก่งและคนปานกลาง จนสามารถนำความรู้เนื้อหาสาระที่ ได้เรียนไปแล้วมาแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือบริบทชีวิตจริงได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Hughes Hallett (2002) ที่กล่าวว่า การจะสามารถเข้าใจโครงสร้างของคณิตศาสตร์ในบริบทได้นั้นจำเป็นต้อง มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วย แม้ว่าความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน จะ ไม่ได้ยืนยันถึงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ แต่การขาดความรู้พื้นฐานนี้จะไม่ทำให้เกิดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ญัญญูชญา อินพุลวงษ์ (2559) พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูง กว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD โดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วย อีกทั้งในวงจรถอบปฏิบัตินี้ นักเรียนทุกคนมีการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นมาก นักเรียนสามารถคิดสถานการณ์ในเชิง คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ใช้สูตรของสมการวงรีมาแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีการประเมินผลลัพธ์ตรวจสอบ ผลลัพธ์ได้อย่างสมเหตุสมผล นำเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์มาใช้หาคำตอบได้ในสถานการณ์ในชีวิตจริง จึงส่งผลให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

จากผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนาให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์

เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ๆ ด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับบุคคลอื่น ๆ และสรุปเป็นแนวคิดหรือความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสมรูปแบบหนึ่งสำหรับการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาศักยภาพในการคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยงความรู้ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบได้แก่ ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และด้านสถานการณ์หรือบริบท ทั้งนี้การนำการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL แบบกิจกรรมกลุ่ม จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความกระตือรือร้น มีความมั่นใจในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง มีแรงจูงใจที่จะให้กลุ่มของตนเองได้คะแนนดี มีการช่วยเหลือกันภายในกลุ่มของตน นักเรียนที่อ่อนมีความพยายามในการเรียนรู้ นักเรียนที่เก่งและปานกลางคอยช่วยอธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจได้เข้าใจ ช่วยให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนที่ดี รวมทั้งช่วยให้นักเรียนได้มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น สื่อการเรียนการสอนควรมีความน่าสนใจ แปลกใหม่ หลากหลาย ใบงานและใบกิจกรรมควรมีสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้มีการเลือก และประเมินความเหมาะสมตามลักษณะข้อคำถาม และมีคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้มีความคิดที่แปลกใหม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤตну วิเศษประสิทธิ์ (2019) พบว่าการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยวิธีที่หลากหลายและพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพของแต่ละคน แต่อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง เมื่อมีการปรับรูปแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับธรรมชาติของการเรียนรู้ของนักเรียน และการพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ยังไม่ม้งานวิจัยใดที่สอดคล้องและผลที่ได้จากการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุณิสสา ภามาศ (2561) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พูน ปณ ทัต ชเว

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เน้นการเชื่อมโยงความรู้ เพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด ดังนั้นครูควรมีวิธีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดแบบเชื่อมโยง เช่น การตั้งคำถามเพื่อชี้แนะหรือชี้แนะ

1.2 การสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ควรออกแบบข้อสอบให้มีคำถามที่ครอบคลุมเนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยและมีความชัดเจน แปลกใหม่ ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนเพราะนักเรียนจะได้มองเห็นและสามารถใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น และให้ความสำคัญกับการให้น้ำหนักคะแนนของรูปแบบแบบทดสอบ

1.3 ควรสร้างเกณฑ์ประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่มีความละเอียดชัดเจน สอดคล้องกับตัวชี้วัด และสะดวกต่อการประเมินให้คะแนนนักเรียน

1.4 ควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยใช้คำถามที่ให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดและใช้คำถามอย่างต่อเนื่องทุกขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดเพื่อสร้างความรู้ใหม่ เมื่อผู้เรียนได้เข้าใจในเนื้อหาส่วนนั้นแล้ว ความรู้ที่เกิดขึ้นจะเป็นความรู้ที่คงทนที่สามารถให้ผู้เรียนมีความรู้การรู้เรื่องคณิตศาสตร์

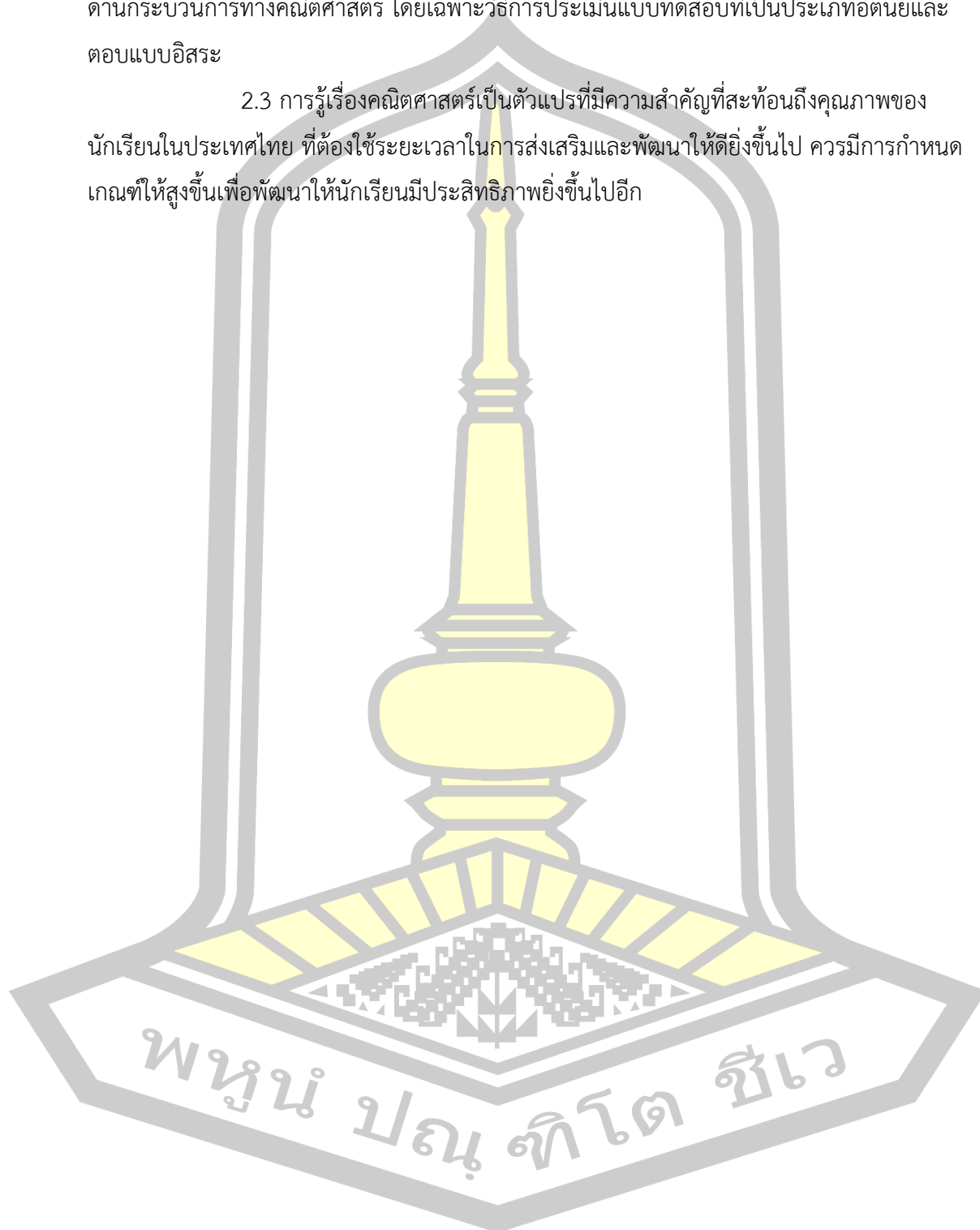
1.5 ในการนำเทคนิค KWDL มาบูรณาการกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการนำเทคนิคขั้น K, W, D และ L มาเพิ่มในกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน การสอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งในขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญาก็เพิ่มเทคนิค KWDL ขั้น K ขั้นแสวงหาคำตอบ เพิ่มเทคนิค KWDL ขั้น W ขั้นตรวจสอบความเข้าใจเพิ่มเทคนิค KWDL ขั้น D และ L และขั้นประยุกต์ใช้ความรู้เพิ่มเทคนิค KWDL เพื่อให้การวิเคราะห์ปัญหาที่มีความละเอียดชัดเจนมากขึ้น ดังนั้นครูจึงควรเน้นการตั้งคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตข้อมูลแวดล้อมของสถานการณ์ เพื่อจะได้เข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้งและนำไปสู่การแก้ปัญหาที่สมเหตุสมผล

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

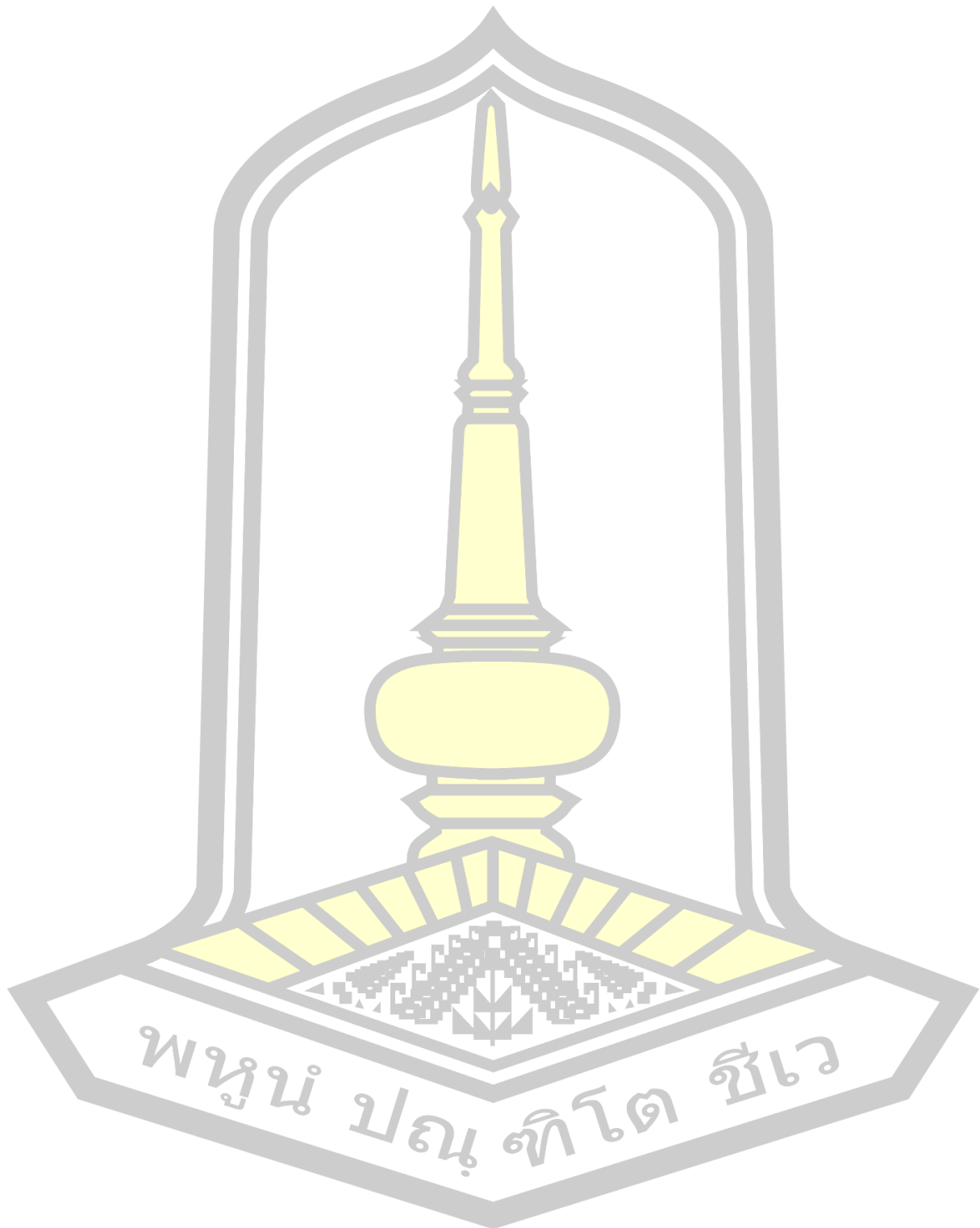
2.1 หากมีระยะเวลาเพียงพอควรทำการสังเกตพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน และศึกษาแบบสังเกตพฤติกรรมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพประกอบการอธิบายตัวแปรตาม

2.2 ควรศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ใน
ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะวิธีการประเมินแบบทดสอบที่เป็นประเภทอัตนัยและ
ตอบแบบอิสระ

2.3 การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญที่สะท้อนถึงคุณภาพของ
นักเรียนในประเทศไทย ที่ต้องใช้ระยะเวลาในการส่งเสริมและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นไป ควรมีการกำหนด
เกณฑ์ให้สูงขึ้นเพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นไปอีก



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลกานต์ ศรีธิ, วรินทร์ สุภาพ, และรัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 13(37), 105–118.
- กรรณิการ์ ทรรพรพ. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เซต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- กฤตณุ วิเศษประสิทธิ์. (2019). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. 12(2), 1–17.
- กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบรบือ. (2562). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับม.ปลาย ฉบับปรับปรุง 2561 โรงเรียนบรบือ. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.*
- กิตติพร ปัญญาภิญโญผล. (2557). วิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 1(12), 29–31.
- กิติพัฒน์ นนทปัทมะดุลย์. (2547). *การวิจัยเชิงคุณภาพในสวัสดิการสังคม : แนวคิดและวิธีการวิจัย.* สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เกื้อจิตต์ ฉิมทิม และคณะ. (2549). รายงานวิจัย เรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ชุดการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 29(3–4), 93–102.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554a). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2009.* กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554b). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ตัวอย่าง

ข้อสอบการประเมินผลนานาชาติ PISA: คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการ

ประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้

บ้าง. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). ผลการ

ประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียม

ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทซัคเซสพับลิเคชั่น จำกัด.

จันทร์หา เทศพันธ์, อาพัทธ์ เตียวตระกูล, และอังคณา อ่อนธานี. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้

ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสาร

ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19(3), 147-163.

ฉัตรศักดิ์ ชุมนุช. (2540). “นิตรมิตรนิยม-ทฤษฎีการสร้างความรู้โดยผู้เรียน” คู่มือฝึกอบรมเพื่อ

พัฒนาการเรียนการสอนแบบหน่วยบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์. สำนักงาน

ประสานงานโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ กระทรวงศึกษาธิการ.

ชนน คันธาวัตร์. (2561). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี

ที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

นเรศวร.

ชาติรี สำราญ. (2547). หลากหลายแผนการเรียนรู้เรื่องบทเรียนจากความจริง. มูลินิวีสตอรี่-สฤษดี

วงศ์.

ณัฐชัญญา อินพุลวงษ์. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อคณิตศาสตร์ และ พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือ เทคนิค STAD. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน คณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2551). การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย. ประสานการพิมพ์.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2551). การวิจัยปฏิบัติการ. บริษัท ยงสวัสดิ์อินเตอร์กรุ๊ป จำกัด.

น้ำทิพย์ ชังเกต. (2547). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาการคูณของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นิภา เมธาวิรัชชัย. (2543). การประเมินผลการเรียน. สถาบันราชภัฏธนบุรี.

นิรันดร์ แสงกุลลาบ. (2547). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และตามแนว สลวท. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. สุวีริยาสาส์น.

ประวิต เอราวรรณ์. (2545). การวิจัยปฏิบัติการ. สำนักพิมพ์ดอกหญ้าวิชาการ จำกัด.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). หน่วยที่ 12 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและ วิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12 - 15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปรียา สิริระบุตร. (2558). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องการคูณ การหาร สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับการวาดรูปบาร์. วารสารวิจัยและประเมินผลอุบลราชธานี, 4(1), 41-49.

- ภูเดช วรโกชน. (2559). การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน
ธวัชบุรีวิทยาคม. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2557). ประมวลสาระชุดวิชา สาระตะและวิทยวิธีทางวิชา
คณิตศาสตร์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 17,
11-15.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. (2547). วิธีวิจัยการศึกษา. อรุณการพิมพ์.
- รัศมี สัจจินพรหม. (2543). ผลของการใช้แผนการจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ที่มีต่อการ
พัฒนากระบวนการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านบุทม จังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2547). เทคนิคการจัดการเรียนรู้สำหรับครูมืออาชีพ. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย
ศิลปากร.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2550). เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็น
สำคัญ. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัฒนา พัชราวนิช. (2540). หลักการแนะแนวการศึกษา. โรงพิมพ์การศาสนา.
- วัลลภา อารีรัตน์. (2532). การสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. ขอนแก่น: โรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิชาการโรงเรียนบรบือ. (2562). รายงานผลการทดสอบระดับชาติ O-Net วิชาคณิตศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบรบือ. มหาสารคาม: โรงเรียนบรบือ.

- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2546). การจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้ (Cooperative Learning). *วารสารวัดผลการศึกษา*, 9, 30–37.
- วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์. (2558). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ Action Research. *วารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี*, 2(1), 31.
- วีระศักดิ์ เลิศโสภา. (2544). ผลของการใช้เทคนิคการสอน KWDL ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ : หลักสูตรและการสอน*. จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.
- ส. วาสนา ประवालพฤษ์, จันทนา เลือดกรุงศรี, ผดุงศักดิ์ วิเศษภูมิกุล, บุญทวี อรุณมาศ, ยรรยง ปกป้อง, และฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2542). การศึกษาสภาพปัญหาและความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *งานวิจัยอุดหนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560a). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560b). *สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- สรณ ภู่ง. (2545). *การออกแบบการวิจัยเชิงคุณภาพในประมวลสาระชุดวิชาวิทยานิพนธ์ 1*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- สาคร ธรรมศักดิ์. (2541). *ผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิมแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สุชาดา ปัทมวิภาต. (2557). การประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของ PISA 2015. *นิตยสาร สสวท*, 42(188), 35–39.

สุนิสา ภามาศ. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิจัยทางการศึกษา*, 13(2), 184–193.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2549). การเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้ : รายงานการประเมินผลการเรียนรู้ จาก PISA 2003. กรุงเทพฯ: เซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป.

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2542). ทฤษฎีสรณนิยม (Constructivism). *วารสารพัฒนาผู้บริหารการศึกษา*, 22(4), 11–15.

สุภาพร ปิ่นทอง. (2554). *การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องอสมการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนด้วยเทคนิค KWDL*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุภาภรณ์ ทองใส. (2548). *การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดีแอล (KWDL) ร่วมกับแนวคิดของวอร์รณี*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2548). *เทคโนโลยีการศึกษาและการพัฒนาระบบการสอน*. ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์.

สุรัตน์ภรณ์ ศาสตร์นอก. (2550). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2, 15.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 19 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. ภาพพิมพ์.

สุวิมล ว่องวานิช. (2543). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

องอาจ นัยพัฒน์. (2548). วิวิธวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อดิเรก เฉลียวฉลาด. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียน การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิค K-W-D-L กับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

อรสิณี ริดจันทร์. (2552). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

อัมพร ม้าคอง. (2546). คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้ = Mathematics : teaching and learning. พิมพ์ครั้งที่ 1. ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุทัยรัตน์ เอี่ยมศรี. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้
 คอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้เทคนิคระดมสมองและโปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* เป็น
 เครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (2000). *In Search of Understanding: The Case for
 Constructivist Classrooms*. ASCD.

Bussiere, P. and O. (2001). *Measuring up : The performance of Canada ' s youth in
 reading , mathematics and science OECD PISA Study — First Results for
 Canadians aged 15*.

Carr, E., & Ogle, D. M. (1987). KWL Plus: A strategy for comprehension and
 summarization. *JSTOR*, (30), 626 – 631.

Colin, G. (2010). *Curriculum Theory in Adult Lifelong Education*. Croom Helm.

De Lange, J. (2003). Mathematics for Literacy. *Quantitative Literacy: Why Numeracy
 Matters for Schools and Colleges*, 75–89.

Deutsch, M. (1962). Cooperation and trust: Some theoretical notes. *Nebraska
 Symposium on Motivation*, 275–320.

Devlin, K. (2000). The four faces of mathematics. *Learning Mathematics for a New
 Century*, 16–27.

Doyle, K. (2007). The Teacher, The Tasks : Their Role in Student' Mathematical
 Literacy. *Practice*, 1(2001), 246–254.

- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A Constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13(1), 105–122.
<https://doi.org/10.1080/03057268608559933>
- Fosnot, C. T., & Perry, R. S. (1996). Constructivism: A psychological theory of learning. *Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice*, 2, 8–33.
- Guzel, C. I., & Berberoglu, G. (2005). “An Analysis of the Programmed for international Student Assessment 2000 (PISA 2000) Mathematical Literacy Data for Brazilian, Japanese and Norwegian Students.” *Educational Evaluation*, 31(4), 283–314.
- Harling, F. J. (2004). Fifth Grade Students’ Perspective of Learning Through a Constructivist Approach. *Dissertation Abstracts International*, 65(1), 58.
- Jablonka, E. (2003). Mathematical Literacy. In *Second International Handbook of Mathematics Education* (pp. 75–102). Springer Netherlands.
https://doi.org/10.1007/978-94-010-0273-8_4
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1991). “COOPERATIVE LEARNING .”
- Kaiser, G., & Willander, T. (2005). Development of mathematical literacy : results of an empirical study. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 24(2–3), 48–60.
<https://doi.org/10.1093/teamat/hri016>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner*.
- Koichu, B., Berman, A., & Moore, M. (2007). The effect of promoting heuristic literacy on the mathematical aptitude of middle-school students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38(1), 1–17.
<https://doi.org/10.1080/00207390600861161>

Krogh, Suzanne, & Lowell. (1994). *Educating Young Children Infancy to Grade Three*. McGraw-Hill.

Martin, H. (2007). Mathematical Literacy. *Principal Leadership*, 7(5), 28–31.

OECD. (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills : A New Framework for Assessment*. <https://eric.ed.gov/?id=ED443822>

Ogle, D. M. (1986). K-W-L: A Teaching Model That Develops Active Reading of Expository Text. *The Reading Teacher*, 39(6), 564–570.
<https://doi.org/10.1598/rt.39.6.11>

Ontario Ministry of Education and Training. (1999). *The Ontario curriculum. Grades 9 and 10 : Mathematics*.

Shaw, J. M., Chambless, M. S., Chessin, D. A., Price, V., & Beardain, G. (1997). Cooperative problem solving: using KWDL as an organizational technique. *Teaching Children Mathematics*, 3(9), 482.

Slavin, R. E. (1995). *Cooperative Learning : Theory ,Research and Practices Massachusetts*. Prentice-Hall.

Steen, L.A Turner, R Burktur, H. (2007). Chapter 3.4.2 Developing Mathematical Literacy. *Modeling and Applications in Mathematics Education the 14th ICMI Study*, 10, 285–294.

Steen, L. A., Turner, R., & Burkhardt, H. (2007). Developing Mathematical Literacy. In *New ICMI Study Series* (Vol. 10, pp. 285–294). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_30

Troutman, A., & Lichtenberg, B. K. (1995). *Mathematics, a Good Beginning: Strategies for Teaching Children* (5th, illustred.). Brooks/Cole.

Underhill, R. G. (1991). Two Layers of Constructivist Curricular Interaction. In *Radical Constructivism in Mathematics Education* (pp. 229–248). Springer Netherlands.

https://doi.org/10.1007/0-306-47201-5_11

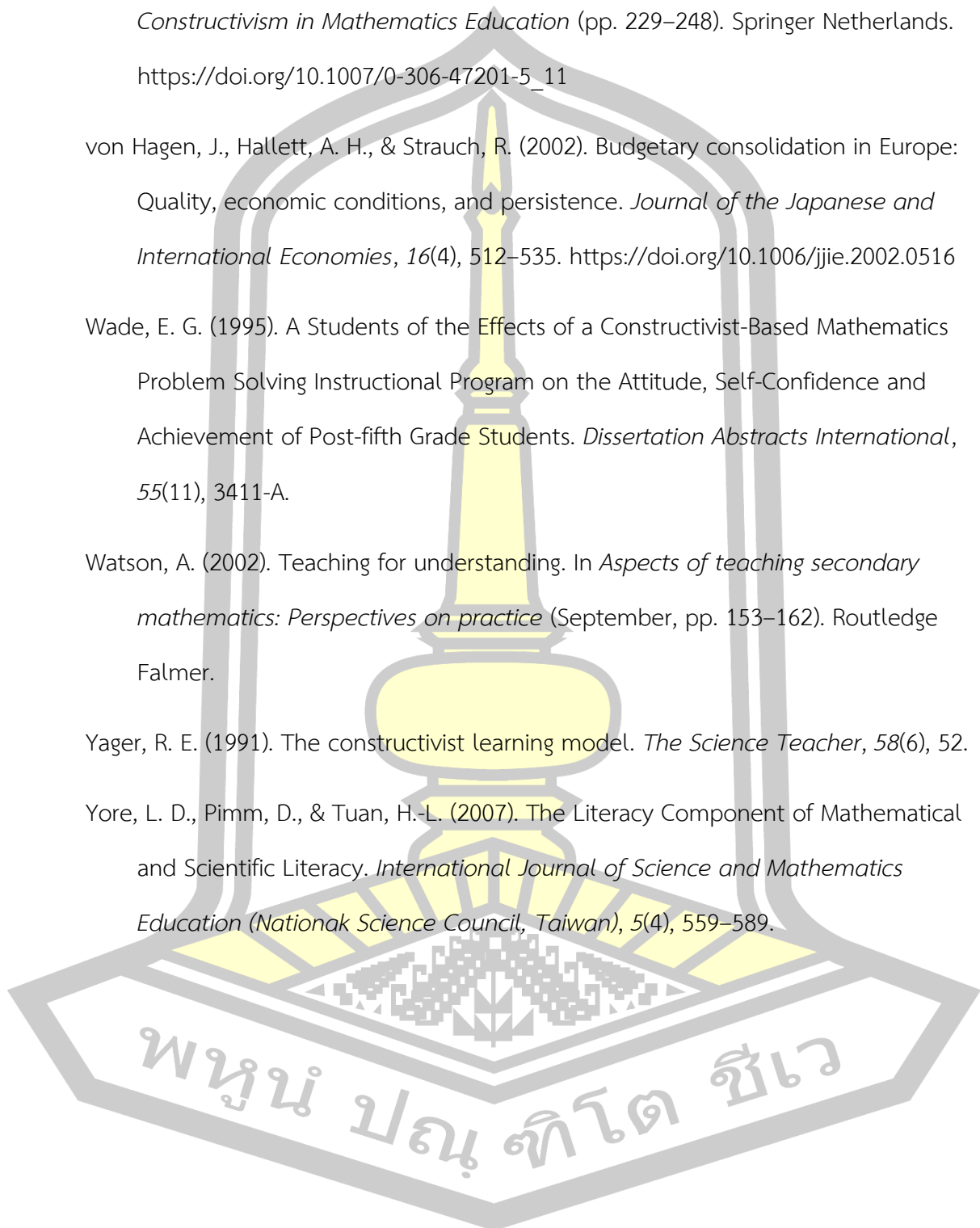
von Hagen, J., Hallett, A. H., & Strauch, R. (2002). Budgetary consolidation in Europe: Quality, economic conditions, and persistence. *Journal of the Japanese and International Economies*, 16(4), 512–535. <https://doi.org/10.1006/jjie.2002.0516>

Wade, E. G. (1995). A Students of the Effects of a Constructivist-Based Mathematics Problem Solving Instructional Program on the Attitude, Self-Confidence and Achievement of Post-fifth Grade Students. *Dissertation Abstracts International*, 55(11), 3411-A.

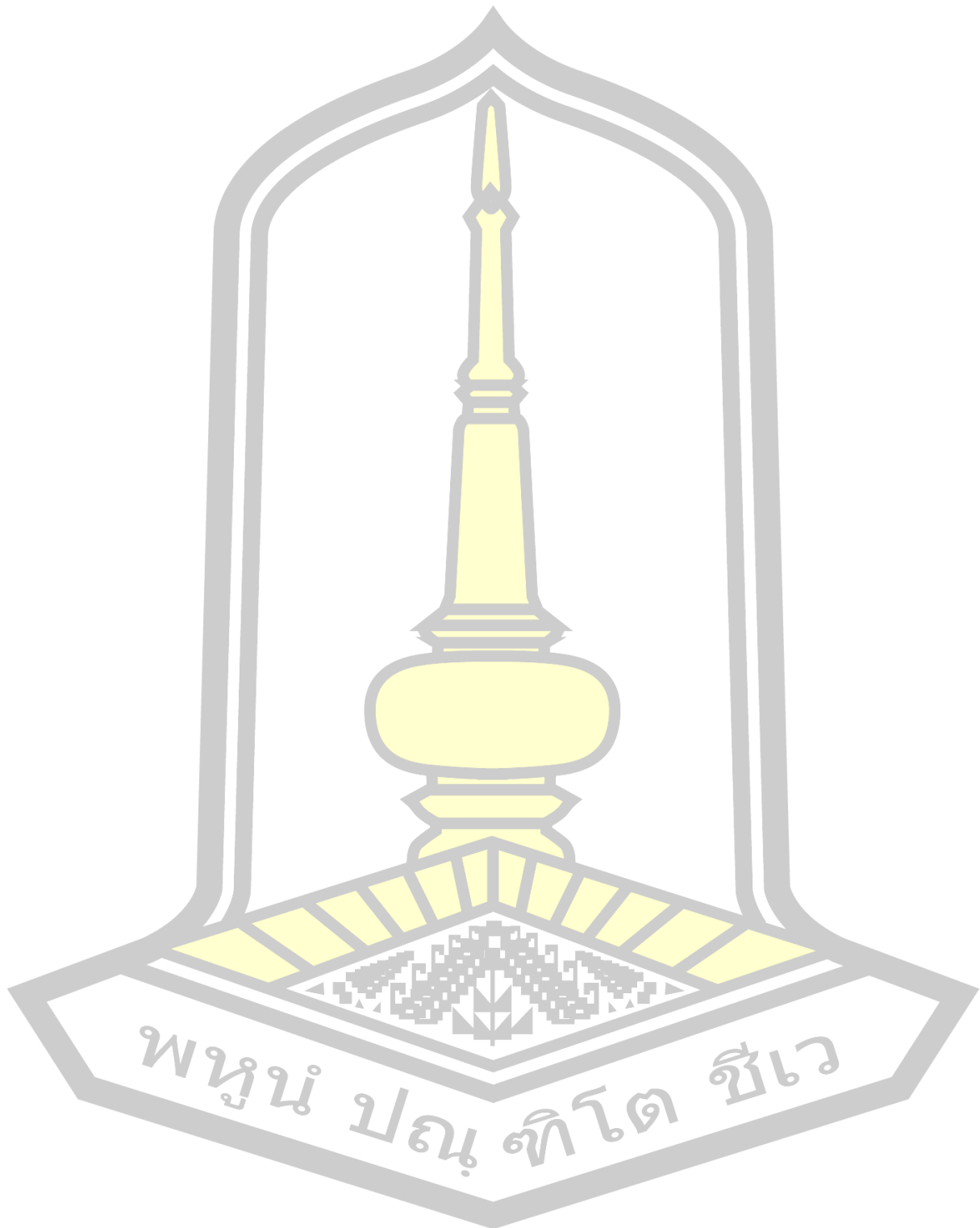
Watson, A. (2002). Teaching for understanding. In *Aspects of teaching secondary mathematics: Perspectives on practice* (September, pp. 153–162). Routledge Falmer.

Yager, R. E. (1991). The constructivist learning model. *The Science Teacher*, 58(6), 52.

Yore, L. D., Pimm, D., & Tuan, H.-L. (2007). The Literacy Component of Mathematical and Scientific Literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education (Nationak Science Council, Taiwan)*, 5(4), 559–589.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

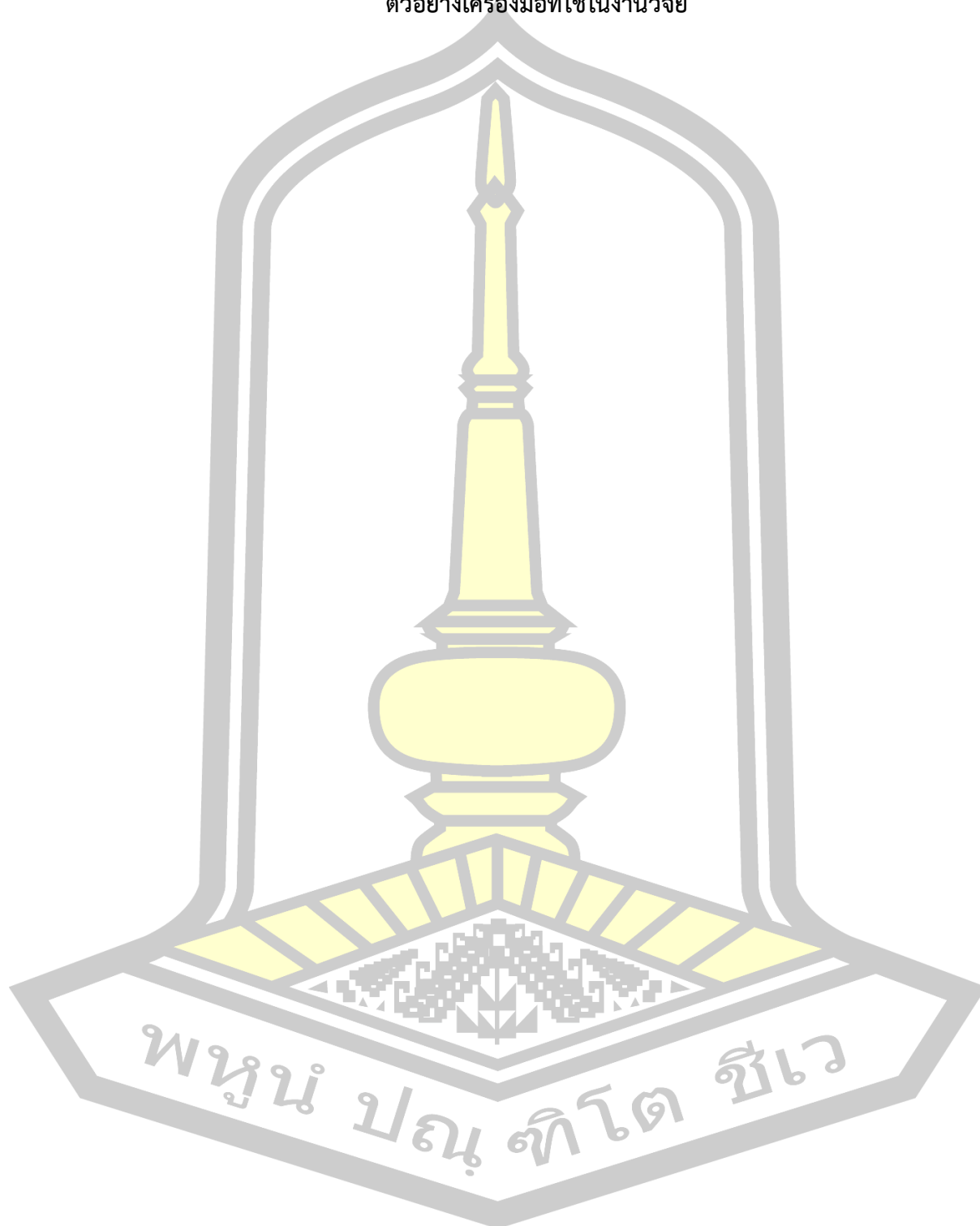


รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องมือวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร. นิภาพร ชุตินันต์ ปร.ด. สถิติ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต บุญปก ปร.ด. คณิตศาสตร์ประยุกต์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติกร นาคประสิทธิ์ ปร.ด. คณิตศาสตร์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4. นายภาณุวัฒน์ เกียรติณมุล วท.ม.คณิตศาสตร์ประยุกต์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบรบือ
5. นายธงชัย จันทร์ปัญญา คด. การบริหารจัดการการศึกษา ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบรบือ



ภาคผนวก ข
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย



(ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

โรงเรียนบรบือ	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัส ค 31202	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ภาคตัดกรวย	เวลาเรียน 50 นาที
เรื่อง พาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)	ภาคเรียนที่ 2/2562

1. ผลการเรียนรู้

- นำความรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวยไปใช้แก้ปัญหาได้
- นำความรู้เรื่องการเลื่อนกราฟไปแก้ปัญหาได้

2. สาระสำคัญ

สมการพาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k) คือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$

และจุดโฟกัส $F(h, k - c)$ สมการเส้นไดเรกตริกซ์ คือ $y = k + c$

เมื่อ $c > 0$ พาราโบลาเปิดด้านบน หรือพาราโบลาหงาย

เมื่อ $c < 0$ พาราโบลาเปิดด้านล่าง หรือพาราโบลาคั่ว

การแก้ปัญหาเรื่องพาราโบลาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ทำได้โดยพยายามตีความ แปลงปัญหาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หาสมการส่วนโค้งพาราโบลาหรือหาส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลา จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และเมื่อหาสมการได้แล้ว ให้สร้างแกนพิกัดและเขียนกราฟแบบคร่าวๆ พร้อมเทียบส่วนต่าง ๆ ของพาราโบลาจากสมการ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

- นักเรียนสามารถหาสมการพาราโบลาตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- นักเรียนสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ความรู้เรื่องพาราโบลาได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

- นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียน

4. การเรียนรู้

พาราโบลาบนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค KWDL)

1. ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น K

1. นักเรียนทบทวนความรู้เรื่องส่วนประกอบของพาราโบลา โดยครูเปิด Geogebra รูปพาราโบลามาขึ้นมาให้นักเรียนตอบคำถาม เช่น

$x^2 = 4y$ เป็นสมการพาราโบลาหงายหรือคว่ำมีค่า c เท่ากับเท่าใด

$(x - 2)^2 = 12y$ เป็นสมการพาราโบลาหงายหรือคว่ำมีค่า c เท่ากับเท่าใด

2. ครูเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนดังนี้

ฉากกั้นห้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD มีจุด A และ จุด B เป็นจุดตรงมุมของฉากอยู่ห่างกัน 200 นิ้ว และสูงจากพื้นห้อง 45 นิ้ว แขนงเชื่อมระหว่างจุด A และ B ให้เชือกห้อยลงมาเป็นรูปพาราโบลา ถ้าจุดต่ำสุดของเชือกที่ห้อยลงมาอยู่สูงจากพื้นห้อง 5 นิ้ว แล้วจุดบนเชือกที่ห่างจากแนวตั้ง BC เป็นระยะ 25 นิ้ว จะอยู่สูงจากพื้นห้องเท่าใด

3. นักเรียนทำความเข้าใจ ตีความข้อความดังกล่าว และแปลงสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นหรือแปลงให้อยู่ในรูปภาษาคณิตศาสตร์ แล้วเขียนลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ครูแจก

2. ชั้นแสวงหาคำตอบ ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น W

1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาค้นคว้าโดยอิสระ แล้วนำความรู้ที่ได้มาแก้ไขปัญหา และสามารถบอกถึงวิธีการแก้ปัญหาของตนเองได้ และนักเรียนสามารถปรึกษาเพื่อนที่อยู่รอบข้างได้ ซึ่งนักเรียนจะสามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ แล้วเขียนลงในแบบบันทึกกิจกรรม

3. ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกับเทคนิค KWDL ชั้น D และ ชั้น L

1. สุ่มนักเรียนหรือให้นักเรียนที่สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้ และนำเสนอแนวความคิดแลกเปลี่ยนเพื่อนในชั้นเรียน เป็นการส่งเสริมให้ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องหรือเหมาะสม นำกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธีการและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อได้วิธีการแก้ปัญหาแล้ว ให้เขียนลงในแบบบันทึกกิจกรรม

2. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อหาผลลัพธ์ของปัญหา จากนั้นสุ่มนักเรียนมา นำเสนอคำตอบแล้วบอกเหตุผลถึงคำตอบที่ได้ว่าเหมาะสมกับปัญหาที่ตั้งหรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะต้อง

ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริง พร้อมทั้งอธิบายความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้จากสถานการณ์ ซึ่งนักเรียนจะเขียนลงในแบบบันทึกกิจกรรม

3. ครูจะตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาและวิธีการดำเนินการ และนักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาใส่สมุดบันทึก

4. ชั้นประยุกต์ใช้ ร่วมกับเทคนิค KWDL

1. นักเรียนทำใบงานเรื่อง พาราโบลา ส่งครูตามเวลาที่ครูกำหนด
2. นักเรียนแต่ละคนแลกเปลี่ยนกันตรวจ และครูเป็นผู้เฉลยคำตอบ



แบบบันทึกกิจกรรม

ฉากันห้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD มีจุด A และ จุด B เป็นจุดตรงมุมของฉากอยู่ห่างกัน 200 นิ้ว และสูงจากพื้นห้อง 45 นิ้ว แขนงเชื่อมระหว่างจุด A และ B ให้เชือกห้อยลงมาเป็นรูปพาราโบลา ถ้าจุดต่ำสุดของเชือกที่ห้อยลงมาอยู่สูงจากพื้นห้อง 5 นิ้ว แล้วจุดบนเชือกที่ห่างจากแนวตั้ง BC เป็นระยะ 25 นิ้ว

จะอยู่สูงจากพื้นห้องเท่าใด

K : โจทย์บอกอะไรบ้าง	
W : โจทย์ให้หาอะไรบ้าง มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีอะไรได้บ้าง	
D : ดำเนินการตาม กระบวนการ (แสดงวิธีทำ และแสดงเหตุผล ประกอบ	
L : คำตอบที่ได้และวิธีคิด หา คำตอบได้อย่างไร (ตอบและสรุปขั้นตอน)	

ใบงาน

ถ้าพาราโบลารูปหนึ่งที่มีจุดโฟกัสอยู่ที่จุด $(3, 6)$ และมีเส้นตรง $y = 2$ เป็นไดเรกทริกซ์ และรูปที่สองมีจุดโฟกัสจุดเดียวกับรูปแรกแต่มี เส้นตรง $y = -2$ เป็นไดเรกทริกซ์ สมการของพาราโบลาทั้งสองนี้เป็นสมการเดียวกันหรือไม่อย่างไร

K : โจทย์บอกอะไรบ้าง	
W : โจทย์ให้หาอะไรบ้าง มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีอะไรได้บ้าง	
D : ดำเนินการตาม กระบวนการ (แสดงวิธีทำ และแสดงเหตุผล ประกอบ	
L : คำตอบที่ได้และวิธีคิด หา คำตอบได้อย่างไร (ตอบและสรุปขั้นตอน)	

6. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์	เครื่องมือ	วิธีวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถหาสมการพาราโบลาคตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้	ใบกิจกรรม ใบงาน เรื่องพาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)	ตรวจจาก ใบกิจกรรม ใบงานเรื่องพาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)	นักเรียนผ่านระดับคุณภาพ พอใช้ ขึ้นไป
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ความรู้เรื่องพาราโบลาคตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้	ใบกิจกรรมและใบงาน เรื่อง พาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)	ตรวจจาก ใบกิจกรรมและใบงานเรื่อง พาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)	นักเรียนผ่านระดับคุณภาพ พอใช้ ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A) นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียน	แบบประเมินการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียน	วัดจากแบบประเมินการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียน	นักเรียนผ่านระดับคุณภาพ ดี ขึ้นไป

7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 7.1 ใบกิจกรรม เรื่อง พาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)
- 7.2 ใบงาน เรื่อง พาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)
- 7.3 แหล่งเรียนรู้ หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บทที่ 3 ภาคตัดกรวย
- 7.4 แหล่งเรียนรู้นอกตำราอื่น ๆ

8. เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี 2560

9. บันทึกข้อเสนอแนะในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

บันทึกข้อเสนอแนะครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวกัญต์ฤทัย คำบรรจง)

ครูพี่เลี้ยง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกข้อเสนอแนะหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายภานุวัฒน์ เกียรติคุณมล)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บันทึกข้อเสนอแนะของผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

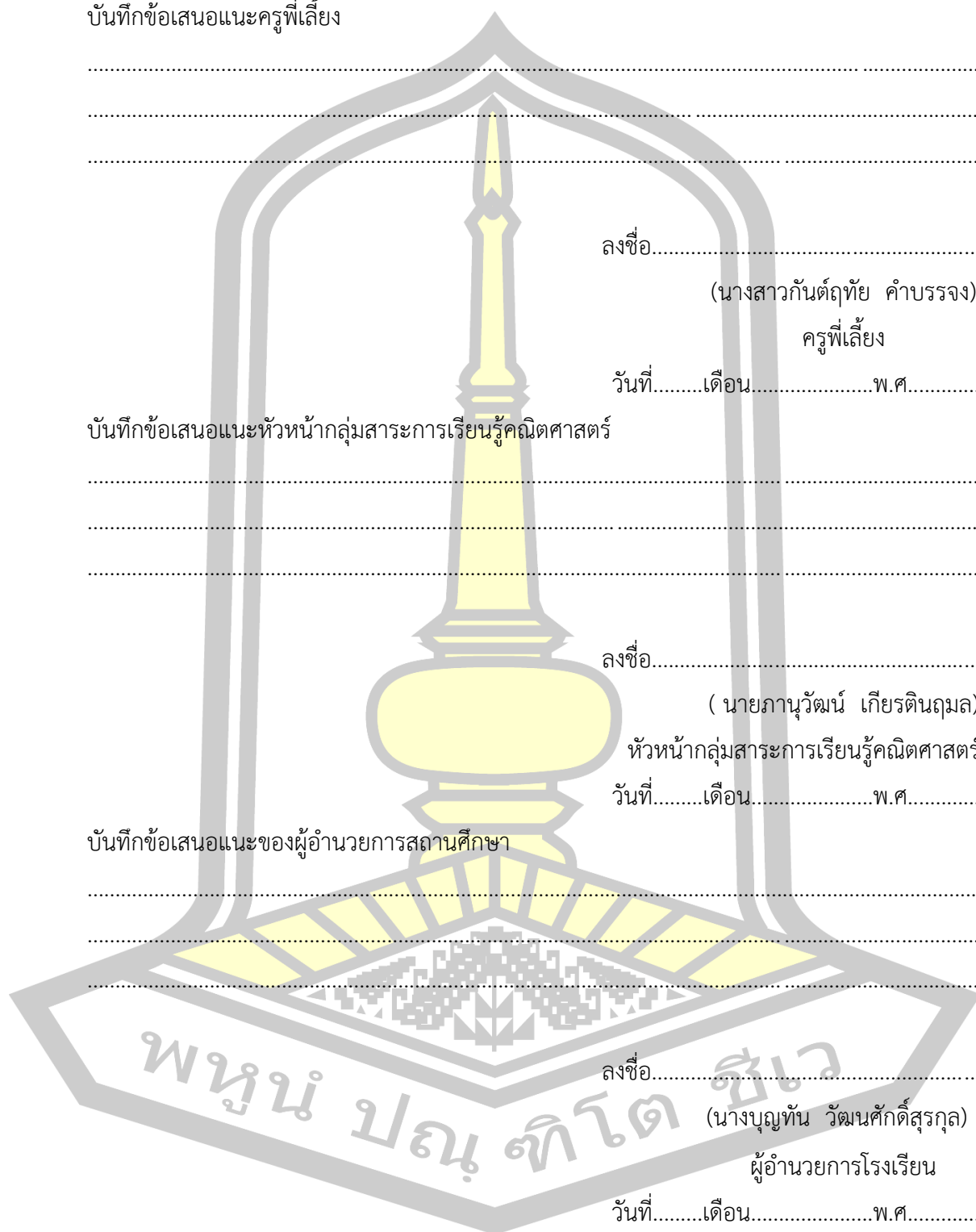
.....

ลงชื่อ.....

(นางบุญทัน วัฒนศักดิ์สุรกุล)

ผู้อำนวยการโรงเรียน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการสอน

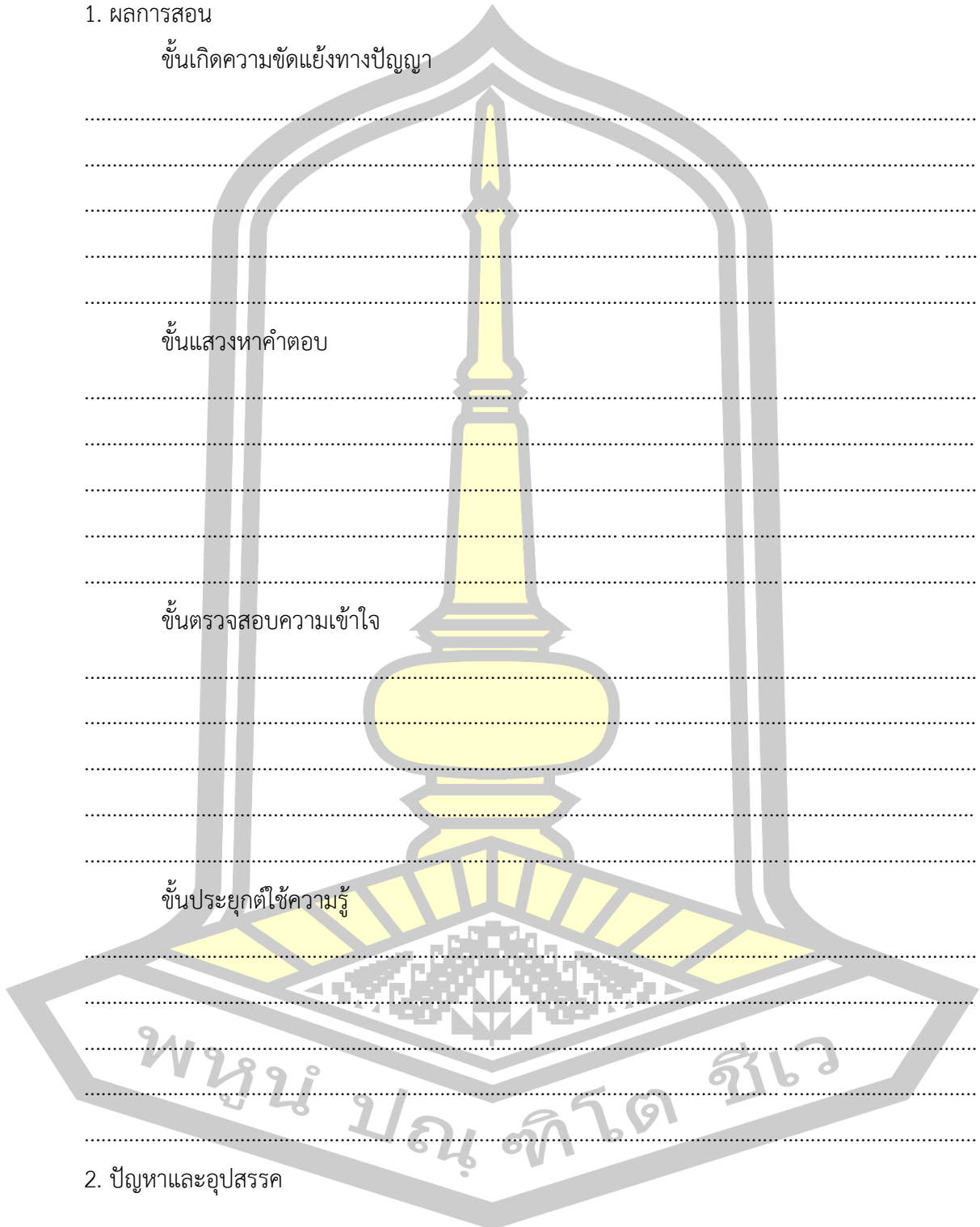
ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา

ชั้นแสวงหาคำตอบ

ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ

ชั้นประยุกต์ใช้ความรู้

2. ปัญหาและอุปสรรค



3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวภัทราพร สุตรักษ์)

ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

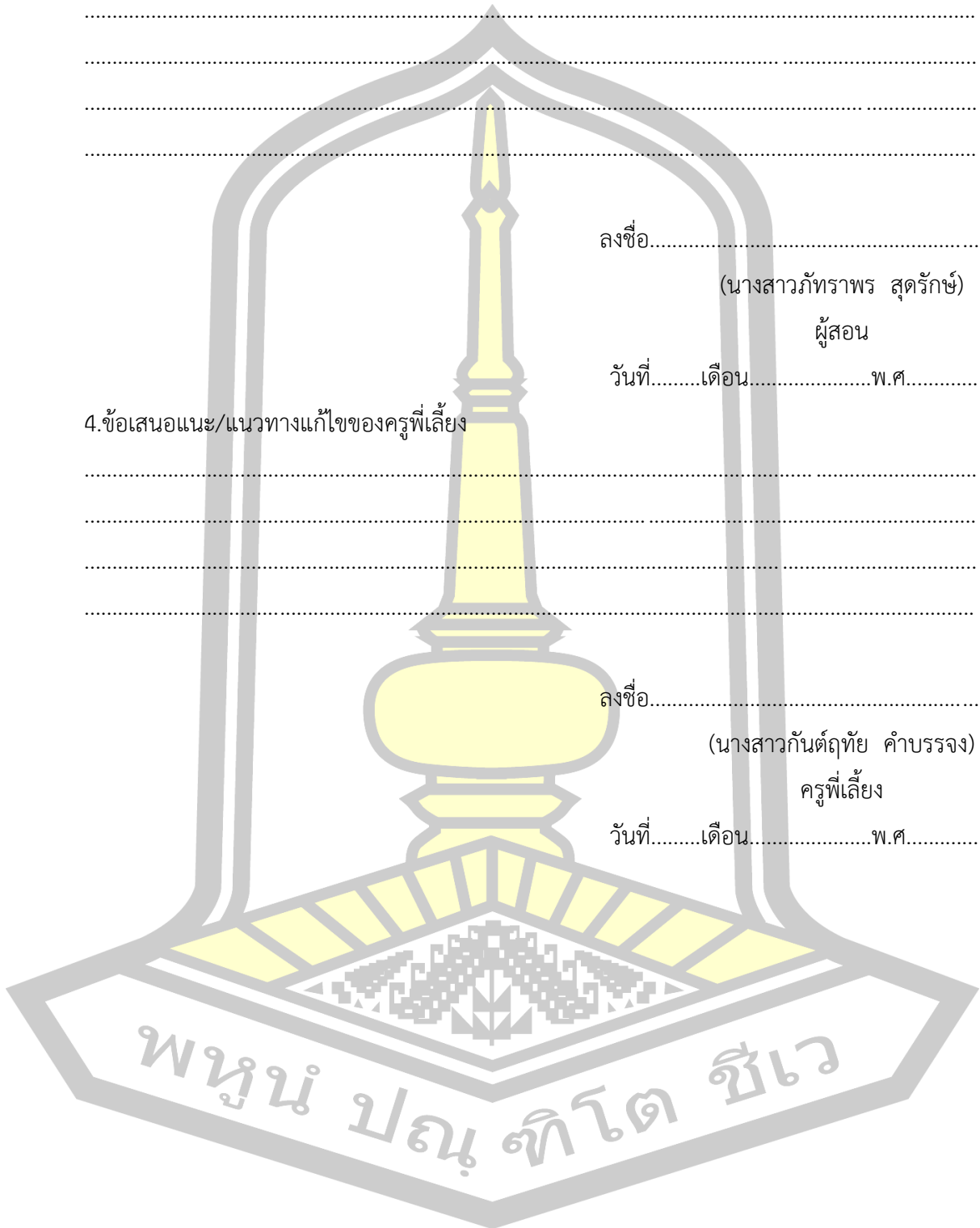
.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวกัญต์ฤทัย คำบรรจง)

ครูพี่เลี้ยง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



พหุ ประถมศึกษา

แบบประเมินความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 31202

วันที่.....เดือน.....พ.ศ..... เรื่อง พาราโบลานบนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h,k)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนเขียน / ลงในช่องเมื่อนักเรียนมีลักษณะตามเกณฑ์ที่ต้องการ

ที่	ชื่อ - สกุล	ประเด็นการประเมิน								คะแนนรวม	คุณภาพ
		ขั้นตอนการหาคำตอบ				คำตอบ					
		3	2	1	0	3	2	1	0	6	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

บันทึกเพิ่มเติม

ลงชื่อ.....

(นางสาวภัทราพร สุตรักษ์)

ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การประเมินความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

การประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ขั้นตอนการหาคำตอบ	3	มีขั้นตอนการหาคำตอบครบถ้วน
	2	มีขั้นตอนการหาคำตอบ แต่ไม่ครบถ้วน
	1	มีร่องรอยการขีดเขียน แต่หาคำตอบไม่ถูกต้อง
	0	ไม่มีร่องรอยการหาคำตอบ
คำตอบ	3	เขียนคำตอบได้ถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการ
	2	เขียนคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
	1	เขียนคำตอบไม่ถูกต้อง
	0	ไม่มีร่องรอยการเขียนคำตอบ

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคุณภาพ	คะแนน
ดีมาก	3	6
ดี	2	4 - 5
พอใช้	1	2 - 3
ปรับปรุง	0	0 - 1

เกณฑ์การผ่าน : ระดับคุณภาพ พอใช้



แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 31202

วันที่.....เดือน.....พ.ศ..... เรื่อง พาราโบลาบนแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนเขียน / ลงในช่องเมื่อนักเรียนมีลักษณะตามเกณฑ์ที่ต้องการ

ที่	ชื่อ-นามสกุล	กระบวนการทางคณิตศาสตร์			รวม 6	คุณภาพ
		การคิด สถานการณ์ของ ปัญหาในเชิง คณิตศาสตร์	การใช้หลักการ และกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	การตีความ และ ประเมินผล ลัพธ์		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

บันทึกเพิ่มเติม

ลงชื่อ.....

(นางสาวภัทราพร สุตรักษ์)

ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินกระบวนการทักษะทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

คะแนน	พฤติกรรมนักเรียน
2	เขียนประเด็นที่สถานการณ์ต้องการทราบได้ หรือ เขียนประโยคสัญลักษณ์จากสถานการณ์ หรือ เขียนอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
1	เขียนประเด็นที่สถานการณ์ต้องการทราบได้ หรือ เขียนประโยคสัญลักษณ์จากสถานการณ์ หรือ เขียนอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
0	เขียนประเด็นที่สถานการณ์ต้องการทราบได้ หรือ เขียนประโยคสัญลักษณ์จากสถานการณ์ หรือ เขียนอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง

เกณฑ์การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

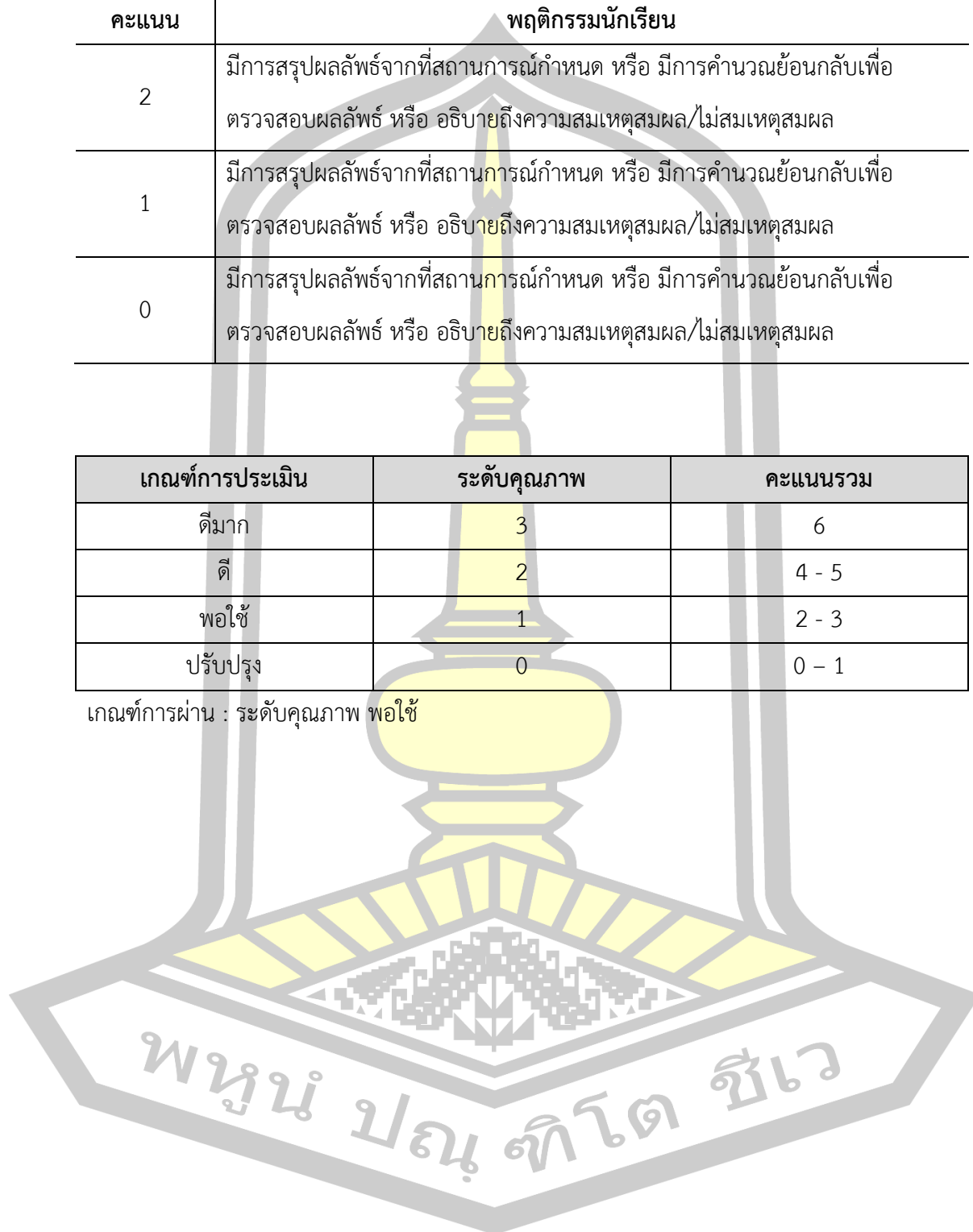
คะแนน	พฤติกรรมนักเรียน
2	ใช้สูตรหรือทฤษฎีบทมาช่วยในการแก้ปัญหา หรือ อธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบ หรือ แสดงวิธีทำในการหาคำตอบ หรือ ใช้ความสัมพันธ์ในสูตรหรือทฤษฎีในการหาคำตอบได้ถูกต้อง
1	ใช้สูตรหรือทฤษฎีบทมาช่วยในการแก้ปัญหา หรือ อธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบ หรือ แสดงวิธีทำในการหาคำตอบ หรือ ใช้ความสัมพันธ์ในสูตรหรือทฤษฎีในการหาคำตอบได้ถูกต้อง
0	ใช้สูตรหรือทฤษฎีบทมาช่วยในการแก้ปัญหา หรือ อธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบ หรือ แสดงวิธีทำในการหาคำตอบ หรือ ใช้ความสัมพันธ์ในสูตรหรือทฤษฎีในการหาคำตอบได้ถูกต้อง

เกณฑ์การตีความและประเมินผลลัพท์

คะแนน	พฤติกรรมนักเรียน
2	มีการสรุปผลลัพท์จากที่สถานการณ์กำหนด หรือ มีการคำนวณย้อนกลับเพื่อตรวจสอบผลลัพท์ หรือ อธิบายถึงความสมเหตุสมผล/ไม่สมเหตุสมผล
1	มีการสรุปผลลัพท์จากที่สถานการณ์กำหนด หรือ มีการคำนวณย้อนกลับเพื่อตรวจสอบผลลัพท์ หรือ อธิบายถึงความสมเหตุสมผล/ไม่สมเหตุสมผล
0	มีการสรุปผลลัพท์จากที่สถานการณ์กำหนด หรือ มีการคำนวณย้อนกลับเพื่อตรวจสอบผลลัพท์ หรือ อธิบายถึงความสมเหตุสมผล/ไม่สมเหตุสมผล

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคุณภาพ	คะแนนรวม
ดีมาก	3	6
ดี	2	4 - 5
พอใช้	1	2 - 3
ปรับปรุง	0	0 - 1

เกณฑ์การผ่าน : ระดับคุณภาพ พอใช้



แบบประเมินการสังเกตพฤติกรรมการเรียน

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค 31202

วันที่.....เดือน.....พ.ศ..... เรื่อง พาราโบลานแกน x ที่มีจุดยอดอยู่ที่ (h, k)

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่องเมื่อนักเรียนมีลักษณะตามเกณฑ์ที่ต้องการ

ที่	ชื่อ-นามสกุล	ความเรียบร้อยของงาน			ความมุ่งมั่น			ความรับผิดชอบ			รวม 6	สรุป	
		2	1	0	2	1	0	2	1	0		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

บันทึกเพิ่มเติม

ลงชื่อ.....

(นางสาวภัทราพร สุตรักษ์)

ผู้สอน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมนักเรียน

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมที่ปรากฏ
ความเรียบร้อย ของงาน	2	ใบกิจกรรม ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย
	1	ใบกิจกรรม ชิ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย
	0	ใบกิจกรรม ชิ้นงาน ไม่เรียบร้อย
ความมุ่งมั่น	2	ลงมือปฏิบัติงานทันทีที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเอง
	1	ลงมือปฏิบัติงานได้รับมอบหมายงานค่อนข้างช้า แต่ ปฏิบัติงานเอง
	0	ลงมือปฏิบัติงานช้ามาก ต้องมีคนคอยกระตุ้นหรือแนะนำ
ความรับผิดชอบ	2	ส่งงานตรงกำหนดเวลา
	1	ส่งงานช้าไม่ตรงเวลา
	0	ไม่ส่งงานเลย

เกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคุณภาพ	คะแนน
ดีมาก	4	6
ดี	3	4 – 5
พอใช้	2	2 – 3
ปรับปรุง	1	0 – 1

เกณฑ์การผ่าน : ระดับคุณภาพ ดี

พูน ปณ ทิโต ชีเว

(ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 เรื่อง วงกลม)

แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องวงกลม

คำชี้แจง

- แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 4 ข้อ
- แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยแบ่งเป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แก่

วงเวียนทอนาฬิกา	คะแนนเต็ม 8 คะแนน
ชาวนา	คะแนนเต็ม 8 คะแนน
การเสิร์ฟน้ำ	คะแนนเต็ม 8 คะแนน
ดาวเคราะห์	คะแนนเต็ม 8 คะแนน

คะแนนรวม 32 คะแนน
- เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
- ห้ามทำการทุจริตด้วยวิธีการต่าง ๆ ถ้ากรรมการคุมสอบจับได้จะถูก**ปรับตก**ในรายวิชานี้
- ห้ามนำแบบทดสอบออกนอกห้องสอบก่อนได้รับอนุญาต และเมื่อตอบแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ส่งแบบทดสอบคืนแก่กรรมการคุมสอบ
- ห้ามใช้เครื่องคำนวณใด ๆ ทั้งสิ้น

ผู้ตรวจทาน

ข้อมูลนักเรียน

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำอธิบาย

สถานการณ์หรือบริบท เป็นสถานการณ์หรือบริบทที่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งอยู่การที่คณิตศาสตร์ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทหนึ่ง ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่มีปัญหานั้นอยู่ PISA ได้ให้ความสำคัญกับบริบทที่หลากหลาย ซึ่งแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. บริบทส่วนตัว (Personal Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้จะเน้นที่กิจกรรมของบุคคลครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อนโดยอาจเป็นเรื่องส่วนบุคคล ซึ่งประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหาร การช้อปปิ้ง การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล การเดินทาง กีฬา การท่องเที่ยว การจัดการเวลาส่วนบุคคล และการจัดการทางการเงิน

2. บริบททางงานอาชีพ (Occupational Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เน้นที่การทำงานในชีวิตจริง เช่น การวัดขนาด การคิดค่าใช้จ่าย และการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำงบการเงิน/รายการสินค้า การออกแบบ/สถาปัตยกรรมและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจบริบทที่เกี่ยวข้องกับอาชีพอาจมีความเกี่ยวข้องต่องานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะ จนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

3. บริบททางสังคม (Societal Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้ที่ชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นระดับท้องถิ่น ระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครองนโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐกิจ แม้ว่าบริบทบริบทดังกล่าวจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล แต่ถือว่ามีผลต่อสังคมในภาพรวม

4. บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกรชีวิตและประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุกรรม การวัด และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

พหุ ประถมศึกษา

วงเวียนหอนาฬิกา



- หอนาฬิกา ตั้งอยู่ใจกลางเมืองมหาสารคาม ภายในติดตั้งนาฬิกาขนาดใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าปัด 1.45 เมตร มีระฆังแขวนอยู่สองใบ น้ำหนักทั้งหมด 59 กิโลกรัม ใบเล็กจะดังทุก 15 นาที ใบใหญ่จะดังทุก 1 ชั่วโมง ระยะของเสียงระฆังสามารถฟังได้ไกลในรัศมี 4 กิโลเมตร

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

.....

คำถามที่ 2 : ระฆังสองใบจะดังขึ้นพร้อมกันทุกกี่นาที

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 : ขณะนี้นาฬิกาบนหอนาฬิกากำลังบอกเวลา 12.15 น. ถ้าเข็มสั้นเคลื่อนที่ไป 150 องศาตามเข็มนาฬิกา นาฬิกาจะบอกเวลาที่เวลาใด

.....

.....

.....

.....

.....

ชานา

ชานาผู้หนึ่งมีที่ดินเป็นรูปวงกลม ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 เมตร ต้องการล้อมรั้วโดยการปักเสาให้ห่างกันต้นละ 1 เมตร

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

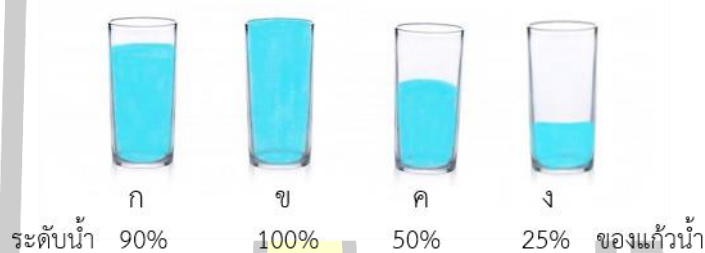
คำถามที่ 2 : ชานาคนนี้ล้อมรั้วที่เป็นรูปวงกลมจะมีความยาวเท่าใด

คำถามที่ 3 : ชานาคนนี้ต้องใช้เสากี่ต้นถึงจะล้อมรั้วได้พอดีกับเนื้อที่

พหุภังค์ บัณฑิต วิชา ชีวะ

การเสิร์ฟน้ำ

ต้นตาลทำงานร้านอาหารต้องการจะเทน้ำใส่แก้วไปให้ลูกค้า ปากแก้วน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ก้นแก้วมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร น้ำในแก้วที่ต้นตาลเตรียมไว้มีอยู่ 4 ระดับ ดังรูป



คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

คำถามที่ 2 : ถ้าน้ำในแก้ว ง มีปริมาตร 40 มิลลิลิตร แล้วน้ำในแก้ว ข มีปริมาตรเท่าไร

คำถามที่ 3 : ถ้าน้ำตาลต้องการเทน้ำทุกแก้วใส่ขวดน้ำ น้ำตาลต้องเตรียมขวดน้ำที่มีปริมาตรเท่าใดจึงจะเหมาะสมระหว่างขวดน้ำปริมาตร 500 มิลลิลิตร กับ 1000 มิลลิลิตร

พูน บัญชี โตะ ชีว

ดาวเคราะห์

ข้อมูลพื้นฐานของดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์

ดาวเคราะห์	เส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวศูนย์สูตร (กิโลเมตร)	ความแบน	มวล (x มวลโลก)	ความหนาแน่น (ตัน/ลูกบาศก์เมตร)	ความโน้มถ่วงที่เส้นศูนย์สูตร (โลก=1)	ความเร็วหลุดพ้นที่เส้นศูนย์สูตร (กิโลเมตร/วินาที)	คาบการหมุน (วัน)	ความเอียงของแกนหมุน (องศา)	อัตราสะท้อน
ดวงอาทิตย์	1,392,530	0	332,946.0	1.41	27.9	617.5	25-35	-	-
ดาวพุธ	4,879	0	0.055,274	5.43	0.38	4.2	58.646	0.0	0.11
ดาวศุกร์	12,104	0	0.815,005	5.24	0.90	10.4	243.019	2.6	0.65
โลก	12,756	1/298	1.000,000	5.52	1.00	11.2	0.9973	23.4	0.37
ดวงจันทร์	3,475	0	0.012,300	3.35	0.17	2.4	27.3217	6.7	0.12
ดาวอังคาร	6,792	1/148	0.107,447	3.94	0.38	5.0	1.0260	25.2	0.15
ดาวพฤหัสบดี	142,980	1/15.4	317.833	1.33	2.53	59.5	0.4101	3.1	0.52
ดาวเสาร์	120,540	1/10.2	95.163	0.69	1.06	35.5	0.4440	26.7	0.47
ดาวยูเรนัส	51,120	1/43.6	14.536	1.27	0.90	21.3	0.7183	82.2	0.51
ดาวเนปจูน	49,530	1/58.5	17.149	1.64	1.14	23.5	0.6712	28.3	0.41
ดาวพลูโต	2,390	0?	0.002,2	1.8	0.08	1.3	6.3872	57.4	0.3

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

คำถามที่ 2 : ดาวเคราะห์ดวงใดที่มีความเอียงของแกนหมุน 3.1 องศา

คำถามที่ 3 : ดาวอังคารมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวศูนย์สูตรประมาณกี่เท่าของดาวพลูโต

(เฉลย แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม)

ข้อที่ 1 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบททางสังคม

คำถามที่ 2 ตอบ ระฆัง 2 ใบ จะดังขึ้นพร้อมกันทุก 60 นาที

วิธีทำ ระฆังใบเล็กดังขึ้นทุก 15 นาที และระฆังใบใหญ่ดังขึ้นทุก 60 นาที

ต้องการทราบว่า ระฆัง 2 ใบ จะดังขึ้นพร้อมกันทุกกี่นาที

ใช้หลักการหา ค.ร.น. โดยการหา ค.ร.น. ของ 15 และ 60

จะได้ว่า ค.ร.น. ของ 15 และ 60 คือ 60

ดังนั้น ระฆัง 2 ใบ จะดังขึ้นพร้อมกันทุก 60 นาที

คำถามที่ 3 ตอบ นาฬิกาบอกเวลาที่เวลา 17.15 น.

[วัดเนื้อหาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์]

ข้อที่ 2 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบททางส่วนตัว

คำถามที่ 2 ตอบ ชาวนาต้องล้อมรั้วเป็นรูปวงกลมที่ยาว 132 เมตร

วิธีทำ ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 เมตร จะได้ว่า รัศมียาว (r) = 21 เมตร

ต้องการทราบว่า ชาวนาต้องล้อมรั้วยาวเท่าใด

ใช้ สูตร ความยาวของเส้นรอบรูปวงกลม $2\pi r$

จะได้ $2\pi r \approx 2 \times \frac{22}{7} \times 21 \approx 132$ เมตร

ดังนั้น ชาวนาต้องล้อมรั้วเป็นรูปวงกลมที่ยาวประมาณ 132 เมตร

คำถามที่ 3 ตอบ 132 ต้น เนื่องจากรั้วเป็นวงกลม เสาต้นแรกกับต้นสุดท้ายเป็นต้นเดียวกัน

ชาวนาจึงต้องใช้เสาทั้งหมด 132 ต้น [วัดเนื้อหาเรื่อง ความไม่แน่นอนและข้อมูล]

พูนุ ปณุกิตโต ชีโว

ข้อที่ 3 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบททางการงานอาชีพ

คำถามที่ 2 ตอบ น้ำในแก้ว ข มีปริมาตร 160 มิลลิลิตร [วัดเนื้อหาเรื่องปริมาณ]

คำถามที่ 3 ตอบ น้ำตาลต้องเตรียมขวดน้ำที่มีปริมาตร 500 มิลลิลิตร จึงจะเหมาะสม

วิธีทำ น้ำตาลต้องเตรียมขวดน้ำขนาดเท่าใดมาใส่น้ำทั้ง 4 แก้วจึงจะเหมาะสม

จาก แก้วน้ำ ง มีน้ำ 25% เท่ากับ 40 มล. ใช้การเทียบบัญญัติไตรยางค์

$$\text{จะได้ แก้วน้ำ ก มีน้ำ 90\% เท่ากับ } \frac{90 \times 40}{25} = 144 \text{ มล.}$$

$$\text{แก้วน้ำ ข มีน้ำ 100\% เท่ากับ } \frac{100 \times 40}{25} = 160 \text{ มล.}$$

$$\text{แก้วน้ำ ค มีน้ำ 50\% เท่ากับ } \frac{50 \times 40}{25} = 80 \text{ มล.}$$

$$\text{ดังนั้นปริมาณน้ำเท่ากับ } 40 + 144 + 160 + 80 = 424 \text{ มล.}$$

ดังนั้น น้ำตาลต้องเตรียมขวดน้ำขนาด 500 มิลลิลิตรจึงจะมีความเหมาะสม

ข้อที่ 4 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบททางวิทยาศาสตร์

คำถามที่ 2 ตอบ ดาวพลูทัส [วัดเนื้อหาเรื่อง ปริภูมิและรูปทรง]

คำถามที่ 3 ตอบ ดาวอังคารมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวศูนย์สูตรประมาณ 3

เท่าของดาวพลูโต

วิธีทำ ดาวอังคารมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวศูนย์สูตร 6,792 กิโลเมตร

ดาวพลูโตมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวศูนย์สูตร 2,390 กิโลเมตร

ดาวอังคารมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวศูนย์สูตรเป็นกี่เท่าของดาวพลูโต

ใช้การเปรียบเทียบตามอัตราส่วน

$$\text{ดาวอังคารมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวศูนย์สูตร } \frac{6792}{2390} = 2.841841004$$

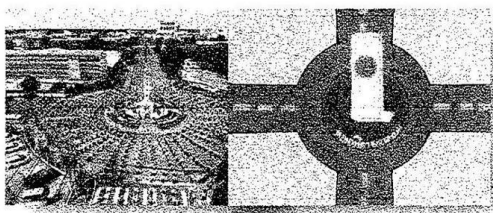
ดังนั้น ดาวอังคารมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวศูนย์สูตรประมาณ 3 เท่าของดาวพลูโต

เกณฑ์การประเมินให้คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รายการ	ระดับคะแนน		
	2	1	
1. สถานการณ์หรือบริบท	-	เขียนบริบทที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้อง	เขียนบริบทไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนคำตอบ
2. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์	-	เขียนคำตอบได้ถูกต้อง	เขียนคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนคำตอบ
3. กระบวนการทางคณิตศาสตร์			
3.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	เขียนประเด็นที่สถานการณ์ต้องการทราบได้ หรือเขียนประโยคสัญลักษณ์จากสถานการณ์ หรือ เขียนอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้อยู่ในรูปแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง	เขียนประเด็นที่สถานการณ์ต้องการทราบ หรืออธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในรูปแบบสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ได้แต่ยังไม่ถูกต้อง	เขียนประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ หรือ ไม่มีการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
3.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	ใช้สูตรหรือทฤษฎีบทมาช่วยในการแก้ปัญหา หรืออธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบ หรือ แสดงวิธีทำในการหาคำตอบ หรือ ใช้ความสัมพันธ์ในสูตรหรือทฤษฎีบทในการหาคำตอบได้ถูกต้อง	ใช้สูตรหรือทฤษฎีบทมาช่วยในการแก้ปัญหาแต่ยังไม่ถูกต้อง หรือ แสดงวิธีการหาคำตอบ หรือ ใช้ความสัมพันธ์ของสูตรได้แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด	ไม่มีกรนำสูตรหรือทฤษฎีบทต่าง ๆ มาใช้ในการหาคำตอบหรือ ไม่วิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา
3.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	มีการสรุปผลลัพธ์จากที่สถานการณ์กำหนด หรือ มีการคำนวณย้อนกลับเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ หรือ อธิบายถึงความสมเหตุสมผล/ไม่สมเหตุสมผล	มีผลลัพธ์แต่ไม่มีการสรุปผลที่ได้จากสถานการณ์ หรือ มีผลลัพธ์จากสถานการณ์แต่ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีการคำนวณย้อนกลับเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์	ไม่มีผลลัพธ์ หรือ ไม่มีการอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของปัญหา

(ตัวอย่างการเขียนคำตอบจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม)

วงเวียนหอนาฬิกา



หอนาฬิกา ตั้งอยู่ใจกลางเมืองมหาสารคาม ภายในติดตั้งนาฬิกาขนาดใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าปัด 1.45 เมตร มีระฆังแขวนอยู่สองใบ น้ำหนักทั้งหมด 59 กิโลกรัม ใบเล็กจะดังทุก 15 นาที ใบใหญ่จะดังทุก 1 ชั่วโมง ระยะของเสียงระฆังสามารถฟังได้ไกลในรัศมี 4 กิโลเมตร

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

สิ่งต่าง

คำถามที่ 2 : ระฆังสองใบจะดังขึ้นพร้อมกันทุกกี่นาที

60 นาที

สถานการณ์หรือบริบท = 1
เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 1
ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
การคิด = 0
การใช้ = 0
การตีความ = 0
รวมทั้งหมด 2 คะแนน

คำถามที่ 3 : ขณะนี้นาฬิกาบนหอนาฬิกากำลังบอกเวลา 12.15 น. ถ้าเข็มสั้นเคลื่อนที่ไป 150 องศาตามเข็มนาฬิกา นาฬิกาจะบอกเวลาที่เวลาใด

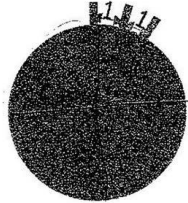
17.15 นาที

(ตัวอย่างการเขียนคำตอบจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม)

ชานา

ชานาผู้หนึ่งมีที่ดินเป็นรูปวงกลม ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 เมตร ต้องการล้อมรั้วโดยการปักเสาให้ห่างกันดินละ 1 เมตร

$$2 \times \frac{22}{7} \times 21^2$$



- สถานการณ์หรือบริบท = 0
- เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 1
- ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- การคิด = 1
- การใช้ = 2
- การตีความ = 2
- รวมทั้งหมด 6 คะแนน

- คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด ~~คณิตศาสตร์~~
- คำถามที่ 2 : ชานาคำนวณรั้วที่เป็นรูปวงกลมจะมีความยาวเท่าใด
- คำตอบ : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด ~~คณิตศาสตร์~~
- ใช้สูตร $2 \times \frac{22}{7} \times 21^2 = 2 \times \frac{22}{7} \times 21^2$
- $= 132$
- ชานาคำนวณรั้วที่เป็นรูปวงกลม มีความยาวรั้วยาว ~~132 เมตร~~
- คำถามที่ 3 : ชานาคำนวณรั้วต้องใช้เสากี่ต้นถึงจะล้อมรั้วได้พอดีกับเนื้อที่
- ชานาใช้เสา ~~132~~ ต้น

(ตัวอย่างการเขียนคำตอบจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม)



การเสิร์ฟน้ำ

ต้นตาลทำงานร้านอาหารต้องการจะเสิร์ฟน้ำใส่แก้วไปให้ลูกค้า ปากแก้วน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ก้นแก้วมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร น้ำในแก้วที่ต้นตาลเตรียมไว้มีอยู่ 4 ระดับ ดังรูป

$$\begin{array}{r} 100 - 160 \\ 90 - 160 \times 96 \\ \hline 160 \\ = 144 \end{array}$$



สถานการณ์หรือบริบท = 1
 เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 1
 ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 การคิด = 0
 การใช้ = 2
 การตีความ = 2
 รวมทั้งหมด 6 คะแนน

ระดับน้ำ	ก	ข	ค	ง	ของแก้วน้ำ
	90%	100%	50%	25%	
	144	160	80	40	

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

อาชีพ

คำถามที่ 2 : ถ้าแก้วน้ำ ก มีปริมาตร 40 มิลลิตร แล้วแก้วน้ำ ข มีปริมาตรเท่าไร

160 ml.

คำถามที่ 3 : ถ้าน้ำตาลต้องการเทน้ำทุกแก้วใส่ขวดน้ำ น้ำตาลต้องเตรียมขวดน้ำที่มีปริมาตรเท่าใดจึงจะเหมาะสมระหว่างขวดน้ำปริมาตร 500 มิลลิตร กับ 1000 มิลลิตร

$$144 + 160 + 80 + 40 = 424$$

∴ เตรียมขวดน้ำที่มีปริมาตร 500 ml.



(ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 เรื่อง พาราโบลา)

แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพาราโบลา

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 4 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยแบ่งเป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แก่

จานดาวเทียม	คะแนนเต็ม 8 คะแนน
เสาไฟฟ้า	คะแนนเต็ม 8 คะแนน
ล้อมรื้อ	คะแนนเต็ม 8 คะแนน
เหล็กเส้น	คะแนนเต็ม 8 คะแนน

คะแนนรวม 32 คะแนน

3. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
4. ห้ามทำการทุจริตด้วยวิธีการต่าง ๆ ถ้ากรรมการคุมสอบจับได้จะถูกปรับตกในรายวิชานี้
5. ห้ามนำแบบทดสอบออกนอกห้องสอบก่อนได้รับอนุญาต และเมื่อตอบแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ส่งแบบทดสอบคืนแก่กรรมการคุมสอบ
6. ห้ามใช้เครื่องคำนวณใด ๆ ทั้งสิ้น

ผู้ตรวจทาน

พูน ปรน ทิโต ชีเว

ข้อมูลนักเรียน

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำอธิบาย

สถานการณ์หรือบริบท เป็นสถานการณ์หรือบริบทที่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งอยู่การที่คณิตศาสตร์ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทหนึ่ง ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่มีปัญหานั้นอยู่ PISA ได้ให้ความสำคัญกับบริบทที่หลากหลาย ซึ่งแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. บริบทส่วนตัว (Personal Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้จะเน้นที่กิจกรรมของบุคคลครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อนโดยอาจเป็นเรื่องส่วนบุคคล ซึ่งประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหาร การช้อปปิ้ง การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล การเดินทาง กีฬา การท่องเที่ยว การจัดการเวลาส่วนบุคคล และการจัดการทางการเงิน

2. บริบททางงานอาชีพ (Occupational Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เน้นที่การทำงานในชีวิตจริง เช่น การวัดขนาด การคิดค่าใช้จ่าย และการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำงบการเงิน/รายการสินค้า การออกแบบ/สถาปัตยกรรมและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจบริบทที่เกี่ยวข้องกับอาชีพอาจมีความเกี่ยวข้องตั้งแต่งานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะ จนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

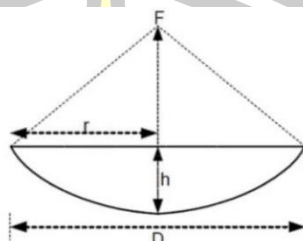
3. บริบททางสังคม (Societal Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้ที่ชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นระดับท้องถิ่น ระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครองนโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐกิจ แม้ว่าบริบทบริบทดังกล่าวจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล แต่ถือว่ามีผลต่อสังคมในภาพรวม

4. บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกรชีวิตและประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุกรรม การวัด และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

พหุ ประถมศึกษา

จานดาวเทียม

นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งได้เผยแพร่โครงสร้างการสร้างจานดาวเทียมดังนี้



การหาระยะของจุดโฟกัส

$$\text{ระยะของจุดโฟกัส } F = \frac{r^2}{4h} = \frac{D^2}{16h}$$

เมื่อ F คือระยะของจุดโฟกัส (สำหรับติดตั้งตัวรวมสัญญาณ)

D คือเส้นผ่านศูนย์กลางของจานรับสัญญาณ (มีหน่วยเป็นฟุตหรือเมตร)

r คือรัศมีของจานรับสัญญาณ (มีหน่วยเป็นฟุตหรือเมตร)

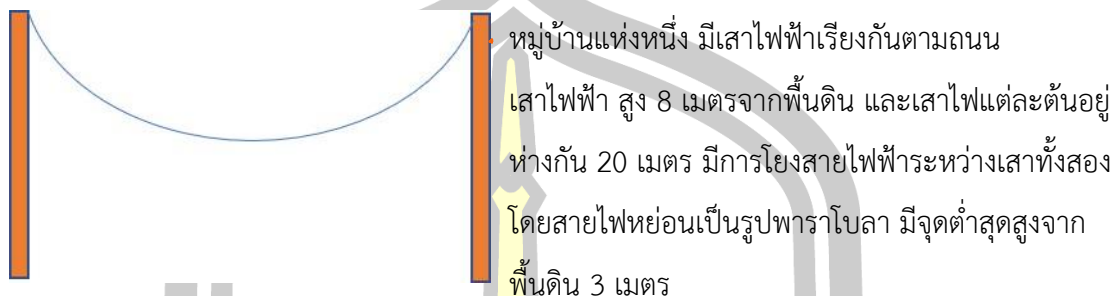
h คือความลึกของจาน จากท้องจานถึงขอบจานในแนวตั้ง (มีหน่วยเป็นฟุตหรือเมตร)

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

คำถามที่ 2 : การผลิตจานดาวเทียมที่มีความกว้าง 2 เมตร และจานลึก 50 เซนติเมตร จะต้องติดตั้งตัวรวมสัญญาณห่างจากท้องจานกี่เมตร

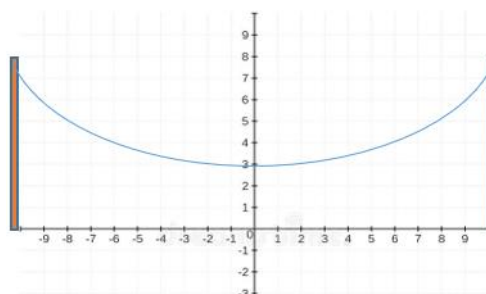
คำถามที่ 3 : ถ้าจานดาวเทียมมีความกว้างขึ้นหรือขนาดใหญ่ขึ้น แต่ความลึกของจานเท่าเดิม ตำแหน่งตัวรับสัญญาณหรือจุดโฟกัสจะอยู่ตำแหน่งเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด

เสาไฟฟ้า



คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

คำถามที่ 2 : จุดต่ำสุดของสายไฟอยู่ที่พิกัดใด



คำถามที่ 3 : ณ จุดที่ห่างจากจุดกึ่งกลางระหว่างเสาทั้งสอง 5 เมตร สายไฟจะอยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด

พหุบัน ปณุ คิโต ชิว

ล้อมรั้ว

ลุงชัยต้องการล้อมรั้วเพื่อที่จะขุดสระเลี้ยงปลา ลุงชัยต้องการล้อมรั้วเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีเข็ดยาว 24 เมตร จะต้องใช้เข็ยที่มีล้อมรั้วให้ได้พื้นที่มากที่สุด

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

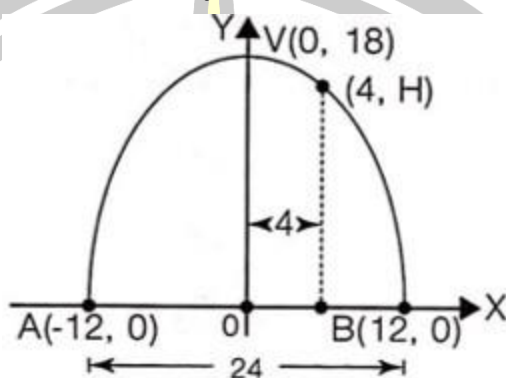
คำถามที่ 2 : จำลองพื้นที่ ที่ลุงชัยต้องการล้อมรั้วอย่างคร่าวๆ

คำถามที่ 3 : พื้นที่ที่มากที่สุดที่ลุงชัยล้อมรั้วได้เท่ากับเท่าใด

พหุบัน ปณุ ทิโต ชิว

เหล็กเส้น

ช่างเชื่อมได้ถูกว่าจ้างให้ทำประตูโค้ง ซึ่งใช้เหล็กเส้นเป็นส่วนประกอบ เหล็กเส้นถูกตัดให้เป็นประตูโค้งรูปพาราโบลา โดยมีฐานห่างกัน 24 ฟุต และสูง 18 ฟุต



คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

.....

คำถามที่ 2 : เมื่อจุด $V(0,18)$ และจุด $B(12,0)$ เป็นจุดผ่านของกราฟ หาสมการของพาราโบลา

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 : จุดบนประตูที่ห่างจากตรงกลางประตูออกไปทางขวา 4 ฟุต จะอยู่สูงจากพื้นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พหุบัน ปรณ กิโต ชีเว

(เฉลย แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา)

ข้อที่ 1 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบททางวิทยาศาสตร์

คำถามที่ 2 ตอบ ตัวรวมสัญญาณห่างจากห้องงาน 0.5 เมตร หรือ 50 เซนติเมตร

วิธีที่ 1 จากสถานการณ์จะได้ $D = 2$ เมตร และ $h = 0.5$ เมตร

ตัวรวมสัญญาณห่างจากห้องงาน คือ ระยะโฟกัส (F)

$$\text{จากสูตร } F = \frac{D^2}{16h} \text{ แทนค่าจะได้ } F = \frac{(2)^2}{16(0.5)} = 0.5$$

ดังนั้นตัวรวมสัญญาณห่างจากห้องงาน 0.5 เมตร

วิธีที่ 2 จากสถานการณ์จะได้ $D = 200$ เซนติเมตร และ

$h = 50$ เซนติเมตร

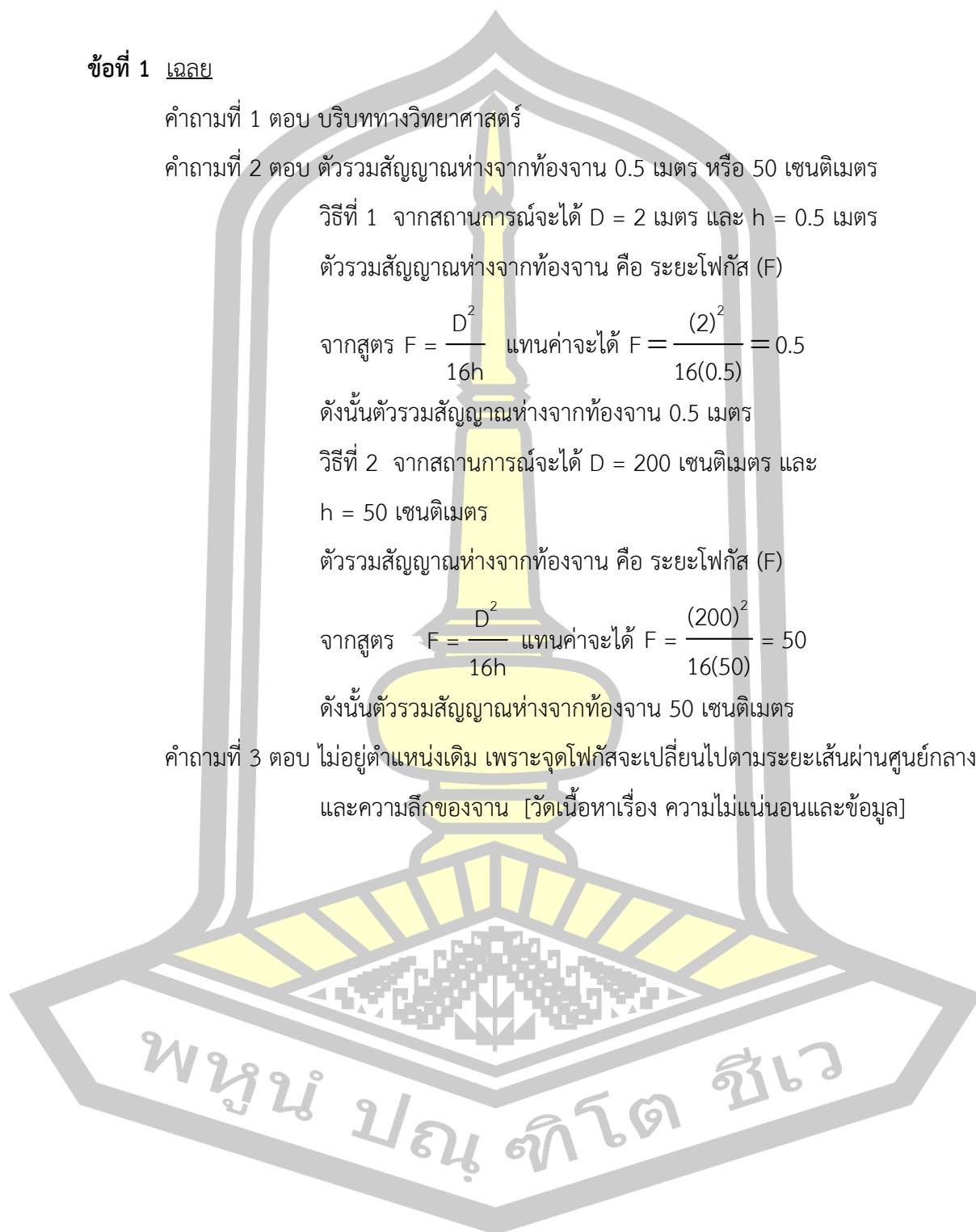
ตัวรวมสัญญาณห่างจากห้องงาน คือ ระยะโฟกัส (F)

$$\text{จากสูตร } F = \frac{D^2}{16h} \text{ แทนค่าจะได้ } F = \frac{(200)^2}{16(50)} = 50$$

ดังนั้นตัวรวมสัญญาณห่างจากห้องงาน 50 เซนติเมตร

คำถามที่ 3 ตอบ ไม่อยู่ตำแหน่งเดิม เพราะจุดโฟกัสจะเปลี่ยนไปตามระยะเส้นผ่านศูนย์กลาง

และความลึกของงาน [วัดเนื้อหาเรื่อง ความไม่แน่นอนและข้อมูล]



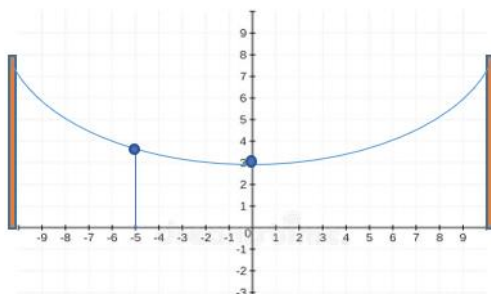
ข้อ 2 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบททางสังคม

คำถามที่ 2 ตอบ พิกัด $(0, 3)$ [วัดเนื้อหาเรื่อง ปริมาณ]

คำถามที่ 3 ตอบ สายไฟสูงจากดิน 4.25 เมตร

วิธีทำ จากสถานการณ์สามารถเขียนกราฟได้ดังนี้



ให้จุดต่ำสุด คือ $(h, k) = (0, 3)$ และสายไฟจะอยู่สูงจากพื้นดิน y เมตร

จุดที่ยังสายไฟ คือ $(-10, 8)$ และ $(10, 8)$

สมการพาราโบลาแบบมาตรฐาน คือ $(x - h)^2 = 4c(y - k)$

แทนค่า $(h, k) = (0, 3)$ และ $(x, y) = (10, 8)$

$$\text{จะได้ } (10 - 0)^2 = 4c(8 - 3)$$

$$\text{จะได้ } 100 = 20c$$

$$\text{ดังนั้น } c = 5$$

แทนค่า $c = 5$ ในสมการพาราโบลา จะได้ $(x - h)^2 = 20(y - k)$

ณ จุดที่ห่างจากจุดกึ่งกลางระหว่างเสาทั้งสอง 5 เมตร คือ $(-5, y)$ และ $(5, y)$

แทนค่า $(h, k) = (0, 3)$ และจุดที่ห่างจากจุดกึ่งกลาง $= (5, y)$

$$\text{จะได้ } (5 - 0)^2 = 20(y - 3)$$

$$\text{จะได้ } 25 = 20y - 60$$

$$\text{ดังนั้น } y = 4.25$$

ดังนั้น ณ จุดที่ห่างจากจุดกึ่งกลางระหว่างเสาทั้งสอง 5 เมตร สายไฟจะอยู่สูงจากพื้นดิน 4.25 เมตร

ข้อ 3 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบทส่วนตัว

คำถามที่ 2 ตอบ [วัดเนื้อหาเรื่อง ปริภูมิและรูปทรง]



คำถามที่ 3 ตอบ พื้นที่ที่มากที่สุดที่ลุงชัยล้อมรั้วได้คือ 36 ตารางเมตร

วิธีทำ ให้ y แทนพื้นที่ที่มากที่สุด

x แทนความกว้างของรั้ว

เชือกยาว 24 เมตร จะได้ความยาวของรั้ว คือ $12 - x$

พื้นที่สี่เหลี่ยม = ความกว้าง \times ความยาว

$$y = x(12 - x)$$

ดังนั้น สมการที่ใช้ในการหาพื้นที่คือ $y = -x^2 + 12x$

จาก จุดวกกลับจะได้ค่า y สูงสุด ดังนั้นพื้นที่ที่มากที่สุดคือ y

กำหนดให้ค่า h แทนความกว้าง และ k คือพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม

จากสมการที่ใช้ในการหาพื้นที่คือ $y = -x^2 + 12x$

$$\text{จะได้ } y - 36 = -(x^2 - 2(x)(6) + 6^2)$$

$$y - 36 = -(x - 6)^2$$

เมื่อเทียบกับสมการพาราโบลา จะได้จุดยอด $(h,k) = (6, 36)$

ดังนั้น พื้นที่ที่มากที่สุดคือ 36 ตารางเมตร

พหุ ประถมศึกษา

ข้อ 4 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบททางการงานอาชีพ

คำถามที่ 2 ตอบ สมการพาราโบลา คือ $(x - 0)^2 = -8(y - 18)$ หรือ $x^2 = -8(y - 18)$

วิธีทำ จุดยอดอยู่ที่จุด $(0,18)$ และ $B(12,0)$ เป็นจุดผ่านของกราฟ

แทนค่าลงในสมการ $(x - h)^2 = -4c(y - k)$ เพื่อหาค่า c

จะได้ $(12 - 0)^2 = -4c(0 - 18)$

$$144 = -4c(-18)$$

$$-4c = -8$$

$$c = 2$$

ดังนั้น สมการพาราโบลา คือ $(x - 0)^2 = -8(y - 18)$ หรือ $x^2 = -8(y - 18)$

[วัดเนื้อหาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์]

คำถามที่ 3 ตอบ จุดบนประตู่ที่ห่างจากตรงกว้างประตูออกไปทางขวา 4 ฟุต จะอยู่สูงจากพื้น 16 ฟุต

วิธีทำ จุดบนประตู่ที่ห่างจากตรงกว้างประตูออกไปทางขวา 4 ฟุต คือ $(4,H)$

นำเอาจุด $(4,H)$ ไปแทนค่าในสมการ $x^2 = -8(y - 18)$

$$\text{จะได้ } 4^2 = -8(H - 18)$$

$$16 = -8H + 144$$

$$H = 16$$

ดังนั้น จุดบนประตู่ที่ห่างจากตรงกว้างประตูออกไปทางขวา 4 ฟุต จะอยู่สูงจากพื้น 16 ฟุต

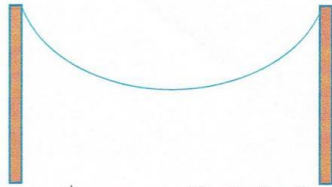
พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินให้คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รายการ	ระดับคะแนน		
	2	1	
1. สถานการณ์หรือบริบท	-	เขียนบริบทที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้อง	เขียนบริบทไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนคำตอบ
2. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์	-	เขียนคำตอบได้ถูกต้อง	เขียนคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนคำตอบ
3. กระบวนการทางคณิตศาสตร์			
3.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	เขียนประเด็นที่สถานการณ์ต้องการทราบได้ หรือเขียนประโยคสัญลักษณ์จากสถานการณ์ หรือ เขียนอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง	เขียนประเด็นที่สถานการณ์ต้องการทราบ หรืออธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในรูปสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ได้แต่ยังไม่ถูกต้อง	เขียนประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ หรือ ไม่มีการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
3.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	ใช้สูตรหรือทฤษฎีบทมาช่วยในการแก้ปัญหา หรืออธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบ หรือ แสดงวิธีทำในการหาคำตอบ หรือ ใช้ความสัมพันธ์ในสูตรหรือทฤษฎีบทในการหาคำตอบได้ถูกต้อง	ใช้สูตรหรือทฤษฎีบทมาช่วยในการแก้ปัญหาแต่ยังไม่ถูกต้อง หรือ แสดงวิธีการหาคำตอบ หรือ ใช้ความสัมพันธ์ของสูตรได้แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด	ไม่มีกรนำสูตรหรือทฤษฎีบทต่าง ๆ มาใช้ในการหาคำตอบหรือ ไม่วิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา
3.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	มีการสรุปผลลัพธ์จากที่สถานการณ์กำหนด หรือ มีการคำนวณย้อนกลับเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ หรือ อธิบายถึงความสมเหตุสมผล/ไม่สมเหตุสมผล	มีผลลัพธ์แต่ไม่มีการสรุปผลที่ได้จากสถานการณ์ หรือ มีผลลัพธ์จากสถานการณ์แต่ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีการคำนวณย้อนกลับเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์	ไม่มีผลลัพธ์ หรือ ไม่มีการอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของปัญหา

(ตัวอย่างการเขียนคำตอบจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา)

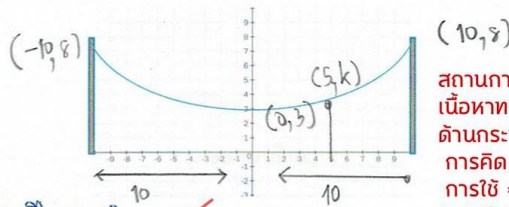
เสาไฟฟ้า



หมู่บ้านแห่งหนึ่ง มีเสาไฟฟ้าเรียงกันตามถนน เสาไฟฟ้าสูง 8 เมตรจากพื้นดิน และเสาไฟแต่ละต้นอยู่ห่างกัน 20 เมตร มีการโยงสายไฟฟ้าระหว่างเสาทั้งสองโดยสายไฟหย่อนเป็นรูปพาราโบลา มีจุดต่ำสุดสูงจากพื้นดิน 3 เมตร

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด
เนื้อหาทางสังคม

คำถามที่ 2 : จุดต่ำสุดของสายไฟอยู่ที่กิโลใด



จุดต่ำสุด คือ (0, 3)

(10, 8)
สถานการณ์หรือบริบท = 1
เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 1
ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
การคิด = 0
การใช้ = 2
การตีความ = 2
รวมทั้งหมด 6 คะแนน

คำถามที่ 3 : ณ จุดที่ห่างจากจุดกึ่งกลางระหว่างเสาทั้งสอง 5 เมตร สายไฟจะอยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด

สมการพาราโบลา $(x-h)^2 = 4c(y-k)$

จากจุดต่ำสุด จะได้ว่า

$$x^2 = 4c(y-3)$$

แทนค่า $10^2 = 4c(8-3)$

$$c = 5$$

น้า $(5, k) = ?$

$$100 = 90(k-3)$$

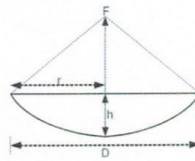
$$k = 4.25$$

ดังนั้น สายไฟจะอยู่สูงจากพื้นดิน 4.25 เมตร

(ตัวอย่างการเขียนคำตอบจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา)

จานดาวเทียม

นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งได้เผยแพร่โครงสร้างการสร้างจานดาวเทียมดังนี้



สถานการณ์หรือบริบท = 1
 เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 1
 ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 การคิด = 0
 การใช้ = 2
 การตีความ = 2
 รวมทั้งหมด 6 คะแนน

การหาระยะของจุดโฟกัส

$$\text{ระยะของจุดโฟกัส } F = \frac{r^2}{4h} = \frac{D^2}{16h}$$

เมื่อ F คือระยะของจุดโฟกัส (สำหรับติดตั้งตัวรวมสัญญาณ)

D คือเส้นผ่านศูนย์กลางของจานรับสัญญาณ (มีหน่วยเป็นฟุตหรือเมตร)

r คือรัศมีของจานรับสัญญาณ (มีหน่วยเป็นฟุตหรือเมตร)

h คือความลึกของจาน จากท้องจานถึงขอบจานในแนวตั้ง (มีหน่วยเป็นฟุตหรือเมตร)

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

วิทยาศาสตร์

คำถามที่ 2 : การผลิตจานดาวเทียมที่มีความกว้าง 2 เมตร และจานลึก 50 เซนติเมตร จะต้องติดตั้งตัวรวมสัญญาณห่างจากท้องจานกี่เมตร

$$F = \frac{D^2}{16h} = \frac{2^2}{16(0.5)} = \frac{4}{16 \cdot (0.5)} = \frac{1}{4(0.5)} = \frac{1}{2} = 0.5$$

∴ ติดตั้งตัวรวมสัญญาณห่างจากท้องจาน 0.5 เมตร

คำถามที่ 3 : ถ้าจานดาวเทียมมีความกว้างขึ้นหรือขนาดใหญ่ขึ้น แต่ความลึกของจานเท่าเดิม ตำแหน่งตัวรับสัญญาณหรือจุดโฟกัสจะอยู่ตำแหน่งเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด

ไม่ เพราะ จานดาวเทียมกว้างขึ้น ตำแหน่งสัญญาณก็จะกว้างขึ้นด้วย เพราะฉะนั้น ตำแหน่งความกว้างของจาน

(ตัวอย่างการเขียนคำตอบจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา)

202

เหล็กเส้น

ช่างเชื่อมได้ถูกว่าจ้างให้ทำประตูโค้ง ซึ่งใช้เหล็กเส้นเป็นส่วนประกอบ เหล็กเส้นถูกตัดให้เป็นประตูโค้งรูปพาราโบลา โดยมีฐานห่างกัน 24 ฟุต และสูง 18 ฟุต

$$\begin{matrix} x \\ 18 \\ 4 \\ 72 \\ 2 \\ 144 \end{matrix}$$

สถานการณ์หรือบริบท = 1
 เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 1
 ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 การคิด = 1
 การใช้ = 2
 การตีความ = 2
 รวมทั้งหมด 7 คะแนน

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด
 วิชาชีพ ✓

คำถามที่ 2 : เมื่อจุด $V(0, 18)$ และจุด $B(12, 0)$ เป็นจุดผ่านของกราฟ หาสมการของพาราโบลา
 พาราโบลาในรูปลำ $(x-h)^2 = -4c(y-k)$ ✓
 จากจุด $(h, k) = (0, 18)$ จะได้ $x^2 = -4c(y-18)$ ✓
 แทนค่าจุด $B(12, 0)$ เข้าค่า c ✓
 จะได้ $144 = -4c(-18)$ ✓
 $c = 2$ ✓
 สมการคือ $x^2 = -8(y-18)$ ✓

คำถามที่ 3 : จุดบนประตูที่ห่างจากตรงกลางประตูออกไปทางขวา 4 ฟุต จะอยู่สูงจากพื้นเท่าใด
 จาก $(4, H)$ หาค่า H ✓

$$\begin{matrix} 144 \\ 16 \end{matrix}$$

จากสมการ $x^2 = -8(y-18)$ ✓
 แทนค่า $16 = -8(H-18)$ ✓
 $16 = -8H + 144$ ✓
 $8H = 144 - 16 = 128$ ✓
 $H = 16$ ✓

∴ จุดบนประตูห่างจากตรงกลางประตูออกไปทางขวา 4 ฟุต อยู่สูง 16 ฟุต ✓

(ตัวอย่างการเขียนคำตอบจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา)

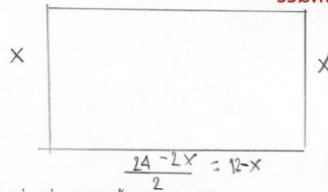
ล้อมรั้ว

ลุงชัยต้องการล้อมรั้วเพื่อที่จะขุดสระเลี้ยงปลา ลุงชัยต้องการล้อมรั้วเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีเข็ญยาว 24 เมตร จะต้องใช้เชือกที่มีล้อมรั้วให้ได้พื้นที่มากที่สุด

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด
 1. ปัญหาในชีวิตจริง

คำถามที่ 2 : จำนวนพื้นที่ ที่ลุงชัยต้องการล้อมรั้วอย่างคร่าวๆ

สถานการณ์หรือบริบท = 1
 เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 1
 ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ = 1
 การคิด = 1
 การใช้ = 2
 การตีความ = 1
 รวมทั้งหมด 6 คะแนน



คำถามที่ 3 : พื้นที่ที่มากที่สุดที่ลุงชัยล้อมรั้วได้เท่ากับเท่าใด

x = ความกว้าง

y = พห. ที่มากที่สุด

พห. □ = กว้าง x ยาว

$$y = x(12 - x) = 12x - x^2$$

$$y = -x^2 + 12x$$

จัดรูป $y = -(x^2 - 2(x)(6) + 6^2) + 6^2$

$$y - 36 = -(x - 6)^2$$

$$\therefore (h, k) = (6, 36)$$

ดังนั้น พห. ที่มากที่สุด คือ 36 ตร.ม.

(ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ชุดที่ 3 เรื่อง วงรี)

แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องวงรี

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 4 ข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยแบ่งเป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แก่

ภาชนะใส่อาหาร คะแนนเต็ม 8 คะแนน

สะพานโค้ง คะแนนเต็ม 8 คะแนน

ประตูโค้ง คะแนนเต็ม 8 คะแนน

ดาวเคราะห์ คะแนนเต็ม 8 คะแนน

คะแนนรวม 32 คะแนน

3. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
4. ห้ามทำการทุจริตด้วยวิธีการต่าง ๆ ถ้ากรรมการคุมสอบจับได้จะถูก**ปรับตก**ในรายวิชานี้
5. ห้ามนำแบบทดสอบออกนอกห้องสอบก่อนได้รับอนุญาต และเมื่อตอบแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ส่งแบบทดสอบคืนแก่กรรมการคุมสอบ
6. ห้ามใช้เครื่องคำนวณใด ๆ ทั้งสิ้น

ผู้ตรวจทาน

ข้อมูลนักเรียน

ชื่อ ชั้น เลขที่

พูน อนุ สิริโต ชเว

คำอธิบาย

สถานการณ์หรือบริบท เป็นสถานการณ์หรือบริบทที่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งอยู่การที่คณิตศาสตร์ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทหนึ่ง ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่มีปัญหานั้นอยู่ PISA ได้ให้ความสำคัญกับบริบทที่หลากหลาย ซึ่งแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. บริบทส่วนตัว (Personal Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้จะเน้นที่กิจกรรมของบุคคลครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อนโดยอาจเป็นเรื่องส่วนบุคคล ซึ่งประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหาร การซื้อป๊อปปี้ การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล การเดินทาง กีฬา การท่องเที่ยว การจัดตารางเวลาส่วนบุคคล และการจัดการทางการเงิน

2. บริบททางงานอาชีพ (Occupational Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เน้นที่การทำงานในชีวิตจริง เช่น การวัดขนาด การคิดค่าใช้จ่าย และการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำหนดการ/รายการสินค้า การออกแบบ/สถาปัตยกรรมและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจบริบทที่เกี่ยวข้องกับอาชีพอาจมีความเกี่ยวข้องต้งแต่งานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะ จนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

3. บริบททางสังคม (Societal Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้ที่ชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นระดับท้องถิ่น ระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครองนโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐกิจ แม้ว่าบริบทบริบทดังกล่าวจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล แต่ถือว่ามีผลต่อสังคมในภาพรวม

4. บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกรชีวิตและประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุกรรม การวัด และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

พหุ ประถมศึกษา

ภาชนะใส่อาหาร

ก๊ฟเป็นนักออกแบบผลิตภัณฑ์ของโรงงานแห่งหนึ่ง ได้รับมอบหมายงานให้ออกแบบจานเซรามิก จำนวน 100 ใบ ให้เป็นรูปวงรี ที่มีความยาว 40 นิ้ว และกว้าง 20 นิ้ว และต้องออกแบบจานเซรามิก ให้มีขนาดเล็กลง 30% ของขนาดเดิม จำนวน 1 ใน 2 ของ จานทั้งหมด

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

.....

คำถามที่ 2 : จำนวนจานเซรามิกขนาดเล็กมีทั้งหมดกี่ใบ และมีความยาวและความกว้างเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 : กำหนดให้อัตราส่วน 1 เซนติเมตร : 5 นิ้ว ให้วาดรูปจานเซรามิกขนาดเล็ก พร้อมแทน อัตราส่วนความกว้างและความยาว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สะพานโค้ง

บ้านที่มีสะพานโค้งมีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงรี ปลายสะพานทั้งสองอยู่ห่างกันเป็นระยะ 4 เมตร จุดสูงสุดของสะพานโค้งนี้อยู่ห่างจากพื้นดินเป็นระยะ 1 เมตร นที่กำลังปีนข้ามสะพาน ขณะที่เขาอยู่ห่างจากปลายสะพานข้างหนึ่งโดยวัดระยะในแนวราบได้ 80 เซนติเมตร

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

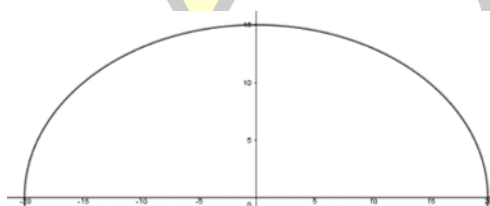
คำถามที่ 2 : เด็กปีนไปถึงจุดใดบนกราฟวงรี ถ้าให้แกน x เป็นพื้นดิน และแกน y ผ่านจุดสูงสุดของสะพานโค้งนี้

คำถามที่ 3 : อยากทราบว่านที่อยู่สูงจากพื้นดินเป็นระยะเท่าใด

พูน บัญชี โต ชีวะ

ประตู่โค้ง

คณะครูฝึกสอนโรงเรียนบรบือ ร่วมกันสร้างซุ้มประตู่โค้งเป็นรูปครึ่งวงรี กว้าง 40 ฟุต และสูง 15 ฟุต
เพื่อให้นักเรียนชั้นม.3 และ ม.6 ลอดในวันปัจฉิมนิเทศ



คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

.....

คำถามที่ 2 : เขียนสมการรูปครึ่งวงรี

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 : ความสูงของซุ้มที่ห่างจากจุดกึ่งกลางออกไป 12 ฟุตคือเท่าใด

.....

.....

.....

พูนัง ปณุ ทิโต ชเว

.....

.....

.....

ดาวเคราะห์

แรงดึงดูดระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์ทำให้ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ วงโคจรของดาวเคราะห์เป็นวงรีเกือบกลม โดยมีจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์อยู่ที่โฟกัสจุดหนึ่ง สมบัติข้อนี้ค้นพบโดย Johannes Kepler และพิสูจน์โดย Isaac Newton วงโคจรของดาวเคราะห์แต่ละดวงมีความรีหรือความเยื้องศูนย์กลางแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง

ดาวเคราะห์	ความเยื้องศูนย์กลาง
ดาวพุธ	0.205
ดาวยูเรนัส	0.046
โลก	0.017
ดาวพฤหัสบดี	0.049
ดาวเนปจูน	0.011
ดาวอังคาร	0.094
ดาวเสาร์	0.057
ดาวพลูโต*	0.244
ดาวศุกร์	0.007

* สหพันธ์ดาราศาสตร์สากลมีมติให้ดาวพลูโตเป็นดาวเคราะห์แคระในระบบสุริยะตั้งแต่วันที่ 24 สิงหาคม 2549 เป็นต้นไป

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

คำถามที่ 2 : ความเยื้องศูนย์กลางที่เข้าใกล้ 0 มาก และเข้าใกล้ 1 มาก ลักษณะของวงรีจะเป็นอย่างไร

คำถามที่ 3 : ค่าเฉลี่ยของความเยื้องศูนย์กลางของดาวเคราะห์ในวงโคจรนี้เป็นเท่าใด

(เฉลย แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง วงรี)

ข้อที่ 1 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบททางการงานอาชีพ

คำถามที่ 2 ตอบ จำนวนงานเซรามิคขนาดเล็กมี 50 ใบ มีความยาว 28 นิ้ว และกว้าง 12 นิ้ว

วิธีทำ ออกแบบงานเซรามิคจำนวน 100 ใบ เป็นรูปวงรี

มีความยาว 40 นิ้ว และกว้าง 20 นิ้ว ต้องออกแบบงานเล็กลงกว่าขนาด

เดิม 30% จำนวน 1 ใน 2 ของงานทั้งหมด

สิ่งที่โจทย์ต้องการ 1) จำนวนงานเซรามิคขนาดเล็กจำนวนกี่ใบ

2) มีความยาวและกว้างเท่าไร

1) ประโยคสัญลักษณ์ $100 \div 2 = \blacksquare$

ดังนั้น มีจำนวนงานเซรามิคขนาดเล็กเท่ากับ 50 ใบ

2) หาความยาวของงานจาก 30% ของ 40

จะได้ว่า $\frac{30}{100} \times 40 = 12$ และ ความยาวของงานเท่ากับ 28 นิ้ว

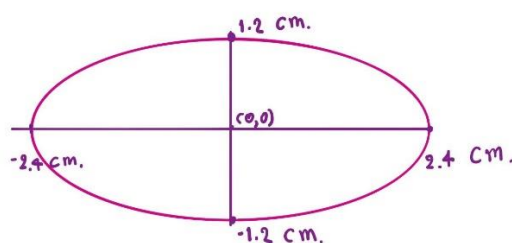
หาความกว้างของงานจาก 30% ของ 20

จะได้ว่า $\frac{30}{100} \times 20 = 6$ และ ความกว้างของงานเท่ากับ 12 นิ้ว

ดังนั้น จำนวนงานเซรามิคขนาดเล็กมี 50 ใบ มีความยาว 28 นิ้ว และกว้าง 12 นิ้ว

คำถามที่ 3 [วัดเนื้อหาเรื่อง ปริภูมิและรูปทรง]

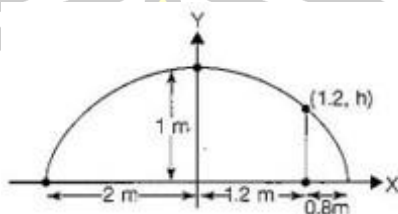
ตอบ



ข้อที่ 2 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบทส่วนตัว

คำถามที่ 2 ตอบ จุด $(1.2, h)$ [วัดเนื้อหาเรื่อง ปริมาณ]



คำถามที่ 3 ตอบ

วิธีทำ จากสถานการณ์ทราบว่า เป็นกราฟวงรีบนแกน x

ความยาวแกนเอก $2a = 4$, $a = 2$

ความยาวแกนโท $2b = 2$, $b = 1$

ต้องการทราบว่าสูงจากพื้นดินเท่าใด หา $y = h$ เมื่อ $x = 1.2$

จากสมการวงรีที่อยู่ในรูป $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

แทนค่า a, b จะได้ $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{1} = 1$

นที่ อยู่จุด $(1.2, h)$ ให้นำไปแทนค่าในสมการหาค่า h

จะได้ $\frac{(1.2)^2}{4} + \frac{y^2}{1} = 1$

$h = 0.8$ เมตร

ดังนั้น นที่อยู่สูงจากพื้นดิน 80 เซนติเมตร หรือ 0.8 เมตร

พูนุ ปณุ ทิโต ชีเว

ข้อที่ 3 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบททางสังคม

คำถามที่ 2 ตอบ $\frac{x^2}{400} + \frac{y^2}{225} = 1 ; y \geq 0$

[วัดเนื้อหาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์]

คำถามที่ 3 ตอบ ความสูงของซุ้มที่ห่างจากจุดกึ่งกลางออกไป 12 ฟุต คือ 12 ฟุต

วิธีทำ จากสถานการณ์ทราบว่า เป็นกราฟวงรีบนแกน x

ความยาวแกนเอก $2a = 40$, $a = 20$ ความยาวแกนโท $2b = 30$, $b = 15$

ต้องการทราบว่า ความสูงของซุ้มที่ห่างจากจุดกึ่งกลางออกไป 12 ฟุต สูงเท่าใด

หา $y = k$ เมื่อ $x = 12$

จากสมการวงรีที่อยู่ในรูป $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$

แทนค่า a, b จะได้ $\frac{x^2}{400} + \frac{y^2}{225} = 1$

นที่ อยู่จุด $(12, k)$ ให้นำไปแทนค่าในสมการหาค่า h

จะได้ $\frac{(12)^2}{400} + \frac{k^2}{225} = 1$

$$k^2 = \left(1 - \frac{144}{400}\right) \times 225 = 144$$

$$k = 12$$

ดังนั้น ความสูงของซุ้มที่ห่างจากจุดกึ่งกลางออกไป 12 ฟุต คือ 12 ฟุต

ข้อที่ 4 เฉลย

คำถามที่ 1 ตอบ บริบททางวิทยาศาสตร์

คำถามที่ 2 ตอบ ถ้า e หรือ ความเยื้องศูนย์กลางมีค่าใกล้ 1 แล้ว วงรีมีความรีมาก

(วงรีมีรูปร่างเรียวยาว) ถ้า e หรือ ความเยื้องศูนย์กลางมีค่าใกล้ 0 แล้ว วงรีมีความรีน้อย

(วงรีมีรูปร่างเกือบจะกลม)

คำถามที่ 3 [วัดเนื้อหาเรื่อง ความไม่แน่นอนและข้อมูล]

ตอบ $\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{0.486}{8} = 0.06075$

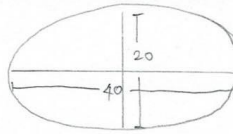
เกณฑ์การประเมินให้คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รายการ	ระดับคะแนน		
	2	1	
1. สถานการณ์หรือบริบท	-	เขียนบริบทที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ถูกต้อง	เขียนบริบทไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนคำตอบ
2. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์	-	เขียนคำตอบได้ถูกต้อง	เขียนคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนคำตอบ
3. กระบวนการทางคณิตศาสตร์			
3.1 การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	เขียนประเด็นที่สถานการณ์ต้องการทราบได้ หรือเขียนประโยคสัญลักษณ์จากสถานการณ์ หรือ เขียนอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้อยู่ในรูปแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง	เขียนประเด็นที่สถานการณ์ต้องการทราบ หรืออธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในรูปแบบสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ได้แต่ยังไม่ถูกต้อง	เขียนประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ หรือ ไม่มีการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
3.2 การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	ใช้สูตรหรือทฤษฎีบทมาช่วยในการแก้ปัญหา หรืออธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบ หรือ แสดงวิธีทำในการหาคำตอบ หรือ ใช้ความสัมพันธ์ในสูตรหรือทฤษฎีบทในการหาคำตอบได้ถูกต้อง	ใช้สูตรหรือทฤษฎีบทมาช่วยในการแก้ปัญหาแต่ยังไม่ถูกต้อง หรือ แสดงวิธีการหาคำตอบ หรือ ใช้ความสัมพันธ์ของสูตรได้แต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด	ไม่มีกรนำสูตรหรือทฤษฎีบทต่าง ๆ มาใช้ในการหาคำตอบหรือ ไม่วิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา
3.3 การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	มีการสรุปผลลัพธ์จากที่สถานการณ์กำหนด หรือ มีการคำนวณย้อนกลับเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ หรือ อธิบายถึงความสมเหตุสมผล/ไม่สมเหตุสมผล	มีผลลัพธ์แต่ไม่มีการสรุปผลที่ได้จากสถานการณ์ หรือ มีผลลัพธ์จากสถานการณ์แต่ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีการคำนวณย้อนกลับเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์	ไม่มีผลลัพธ์ หรือ ไม่มีการอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของปัญหา

(ตัวอย่างการเขียนคำตอบจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง วงรี)

ลักษณะใส่อาหาร

ก็เป็นนักออกแบบผลิตภัณฑ์ของโรงงานแห่งหนึ่ง ได้รับมอบหมายงานให้ออกแบบจานเซรามิกจำนวน 100 ใบ ให้เป็นรูปวงรี ที่มีความยาว 40 นิ้ว และกว้าง 20 นิ้ว และต้องออกแบบจานเซรามิกให้มีขนาดเล็กลง 30% ของขนาดเดิม จำนวน 1 ใน 2 ของ จานทั้งหมด



คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด
บริบททางอาชีพ

คำถามที่ 2 : จำนวนจานเซรามิกขนาดเล็กรวมทั้งหมดกี่ใบ และมีความยาวและความกว้างเท่าใด

จานเซรามิก มีทั้งหมด 100 ใบ

จานขนาดเล็กมีจำนวน $\frac{1}{2} \cdot (100) = 50$ ใบ

จานใบใหญ่ มีความกว้าง 20 นิ้ว ความยาว 40 นิ้ว

ออกแบบให้ออกขนาดเล็กลง 30%

ความกว้างลดลง = $\frac{30}{100} \times 20 = 6$ นิ้ว

∴ ความกว้าง = $20 - 6 = 12$ นิ้ว

ความยาวลดลง = $\frac{30}{100} \times 40 = 12$ นิ้ว

∴ ความยาว = $40 - 12 = 28$ นิ้ว

ดังนั้น จานขนาดเล็กมี 50 ใบ และมีความกว้าง 12 นิ้ว ยาว 28 นิ้ว

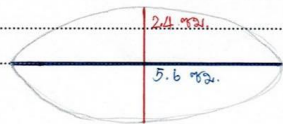
สถานการณ์หรือบริบท = 1
เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 1
ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
การคิด = 0
การใช้ = 2
การตีความ = 2
รวมทั้งหมด 6 คะแนน

คำถามที่ 3 : กำหนดให้อัตราส่วน 1 เซนติเมตร : 5 นิ้ว ให้วาดรูปจานเซรามิกขนาดเล็ก พร้อมแทนอัตราส่วน ความกว้างและความยาว

อัตราส่วน 5 นิ้ว : 1 ซม.

ความกว้าง 12 นิ้ว : $\frac{12}{5} = 2.4$ ซม.

ความยาว 28 นิ้ว : $\frac{28}{5} = 5.6$ ซม.



(ตัวอย่างการเขียนคำตอบจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง วงรี)

สะพานโค้ง

บ้านที่มีสะพานโค้งมีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงรี ปลายสะพานทั้งสองอยู่ห่างกันเป็นระยะ 4 เมตร จุดสูงสุดของสะพานโค้งนี้อยู่ห่างจากพื้นดินเป็นระยะ 1 เมตร นที่กำลังบินข้ามสะพาน ขณะที่เขาอยู่ห่างจากปลายสะพานข้างหนึ่งโดยวัดระยะในแนวราบได้ 80 เซนติเมตร

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าววัดอยู่ในบริบทใด

ส่วนหัว

คำถามที่ 2 : เด็กบินไปถึงจุดใดบนกราฟวงรี ถ้าให้แกน x เป็นพื้นดิน และแกน y ผ่านจุดสูงสุดของสะพานโค้งนี้



$(-1.2, k)$

คำถามที่ 3 : อยากทราบว่าที่ที่อยู่สูงจากพื้นดินเป็นระยะเท่าใด

$$\frac{(1.2)^2}{4} + \frac{y^2}{1} = 1 \quad ; y \geq 0$$

$$\frac{1.44}{4} + \frac{y^2}{1} = 1$$

$$y^2 = 1 - \frac{1.44}{4}$$

$$= \frac{4 - 1.44}{4}$$

$$y^2 = 2.56$$

$$y = \sqrt{2.56}$$

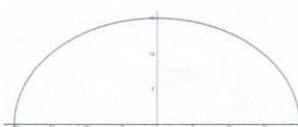
f.p. 0
1.44
2.56

พจนานุกรมคณิตศาสตร์

(ตัวอย่างการเขียนคำตอบจากแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง วงรี)

ประตูโค้ง

คณะครูฝึกสอนโรงเรียนบรบือ ร่วมกันสร้างซุ้มประตูโค้งเป็นรูปครึ่งวงรี กว้าง 40 ฟุต และสูง 15 ฟุต เพื่อให้
นักเรียนชั้นม.3 และ ม.6 ลอดในวันปัจฉิมนิเทศ



สถานการณ์หรือบริบท = 1
เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ = 1
ด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์
การคิด = 0
การใช้ = 2
การตีความ = 2
รวมทั้งหมด 6 คะแนน

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

คณิตศาสตร์สังคม

คำถามที่ 2 : เขียนสมการรูปครึ่งวงรี

$$\frac{x^2}{(20)^2} + \frac{y^2}{(15)^2} = 1 \text{ เมื่อ } y \geq 0$$

คำถามที่ 3 : ความสูงของซุ้มที่ห่างจากจุดกึ่งกลางออกไป 12 ฟุตคือเท่าใด

ตามสูงของซุ้มที่ห่างจากจุดกึ่งกลางออกไป 12 ฟุต

Solⁿ สมการรูปครึ่งวงรี $\frac{x^2}{(20)^2} + \frac{y^2}{(15)^2} = 1$ เมื่อ $y \geq 0$

นำจุด (12, k) แทนค่าในสมการ

จะได้ $\frac{12^2}{(20)^2} + \frac{k^2}{(15)^2} = 1$ เมื่อ $k \geq 0$

จะได้ $k = 12$

ดังนั้น ตามสูง 12 ฟุตที่ห่างจากจุดกึ่งกลางออกไป 12 ฟุต
เท่ากับ 12 ฟุต

(ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่นำไปหาปัญหานักเรียน)

แบบทดสอบวัดความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

- แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 4 ข้อ
- แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยแบ่งเป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ได้แก่

คุยผ่านอินเทอร์เน็ต	คะแนนเต็ม 4 คะแนน
คติปล้น	คะแนนเต็ม 3 คะแนน
ช่างไม้	คะแนนเต็ม 5 คะแนน
สูงขึ้น	คะแนนเต็ม 4 คะแนน

คะแนนรวม 16 คะแนน
- เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที
- ห้ามทำการทุจริตด้วยวิธีการต่าง ๆ ถ้ากรรมการคุมสอบจับได้จะถูก**ปรับตก**ในรายวิชานี้
- ห้ามนำแบบทดสอบออกนอกห้องสอบก่อนได้รับอนุญาต และเมื่อตอบแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ส่งแบบทดสอบคืนแก่กรรมการคุมสอบ
- ห้ามใช้เครื่องคำนวณใด ๆ ทั้งสิ้น

ผู้ตรวจทาน

พูน ปรณ ทิโต ชีเว

คำอธิบาย

สถานการณ์หรือบริบท เป็นสถานการณ์หรือบริบทที่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งอยู่การที่คณิตศาสตร์ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทหนึ่ง ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่มีปัญหานั้นอยู่ PISA ได้ให้ความสำคัญกับบริบทที่หลากหลาย ซึ่งแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. **บริบทส่วนตัว (Personal Context)** คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้จะเน้นที่กิจกรรมของบุคคลครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อนโดยอาจเป็นเรื่องส่วนบุคคล ซึ่งประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหาร การซื้อป๊อปปิ้ง การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล การเดินทาง กีฬา การท่องเที่ยว การจัดการเวลาส่วนบุคคล และการจัดการทางการเงิน

2. **บริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context)** คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เน้นที่การทำงานในชีวิตจริง เช่น การวัดขนาด การคิดค่าใช้จ่าย และการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำแผนการ/รายการสินค้า การออกแบบ/สถาปัตยกรรมและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจบริบทที่เกี่ยวข้องกับอาชีพอาจมีความเกี่ยวข้องต่องานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะ จนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

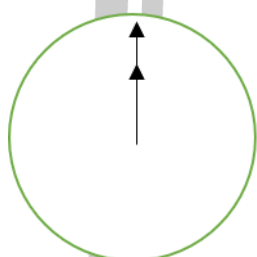
3. **บริบททางสังคม (Societal Context)** คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้ที่ชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นระดับท้องถิ่น ระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครองนโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐกิจ แม้ว่าบริบทบริบทดังกล่าวจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล แต่ถือว่ามีผลต่อสังคมในภาพรวม

4. **บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context)** คำถามที่จัดอยู่ในบริบทนี้เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกรชีวิตและประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุกรรม การวัด และเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

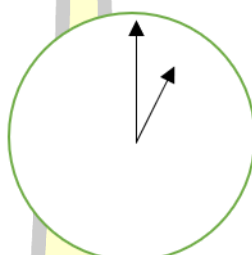
พหุ ประถมศึกษา

คุยผ่านอินเทอร์เน็ต

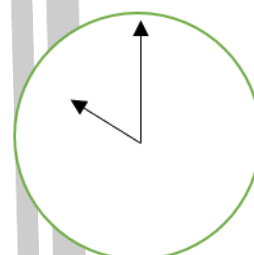
ลิซ่า (อยู่ที่เมืองซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย) และจัสติน (อยู่ที่กรุงเบอร์ลิน ประเทศเยอรมัน) ติดต่อกันโดย “คุย” (chat) ทางอินเทอร์เน็ต เขาต้องใช้อินเทอร์เน็ตในเวลาเดียวกันจึงสามารถ “คุย” กันได้ ลิซ่า ดูแผนภาพเวลาของโลก เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการ “คุย” กันทางอินเทอร์เน็ต และพบว่า



กรีนิช เวลาเที่ยงคืน



เบอร์ลิน เวลา ตี 1



ซิดนีย์ เวลา 10 โมงเช้า

คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

.....

คำถามที่ 2 : เวลา 3 ทุ่มที่ซิดนีย์ ตรงกับเวลาใดที่เบอร์ลิน

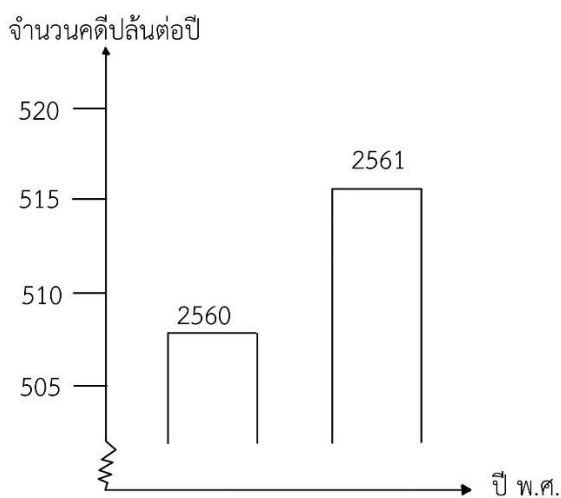
.....

คำถามที่ 3 : ลิซ่าและจัสติน ไม่สามารถคุยกันได้ระหว่าง 9 โมงเช้า ถึงบ่ายสี่โมงครึ่ง ในเวลาท้องถิ่นของแต่ละคน เนื่องจากพวกเขาต้องไปโรงเรียน เช่นเดียวกับช่วงเวลา 5 ทุ่มถึง 7 โมงเช้า ในเวลาท้องถิ่นของเขาก็คุยกันไม่ได้เช่นเดียวกัน เพราะกำลังนอนหลับอยู่ จงเขียนเวลาท้องถิ่นในตาราง เวลาที่ลิซ่าและจัสตินคุยกันได้

สถานที่	เวลา
เบอร์ลิน	
ซิดนีย์	

คดีปล้น

นักข่าวโทรทัศน์แสดงกราฟต่อไปนี้ และรายงานว่า “กราฟแสดงให้เห็นว่าคดีปล้นในปี พ.ศ. 2561 มีจำนวนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2560 มาก”



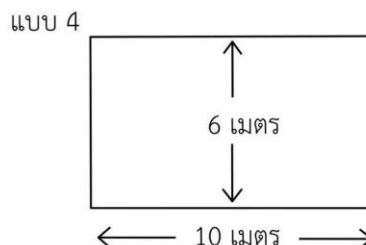
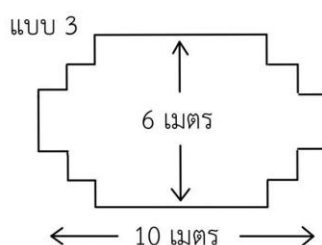
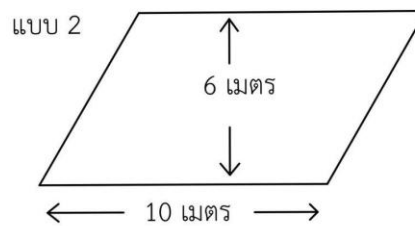
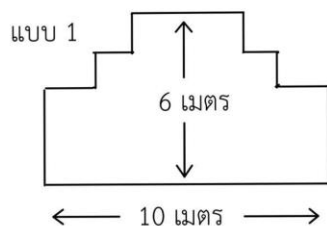
คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

คำถามที่ 2 : นักเรียนคิดว่าคำพูดของนักข่าวคนนี้เป็น การแปลความหมายกราฟอย่างสมเหตุสมผลหรือไม่ พร้อมเขียนคำอธิบายสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

พูน ปรณ ทิโต ชีเว

ช่างไม้

ช่างไม้มีกระดานยาว 2 เมตร และต้องการใช้ไม้นี้ล้อมกรอบสวนหย่อม เขามีสวนหย่อมที่คิดไว้ 4 แบบ ดังนี้



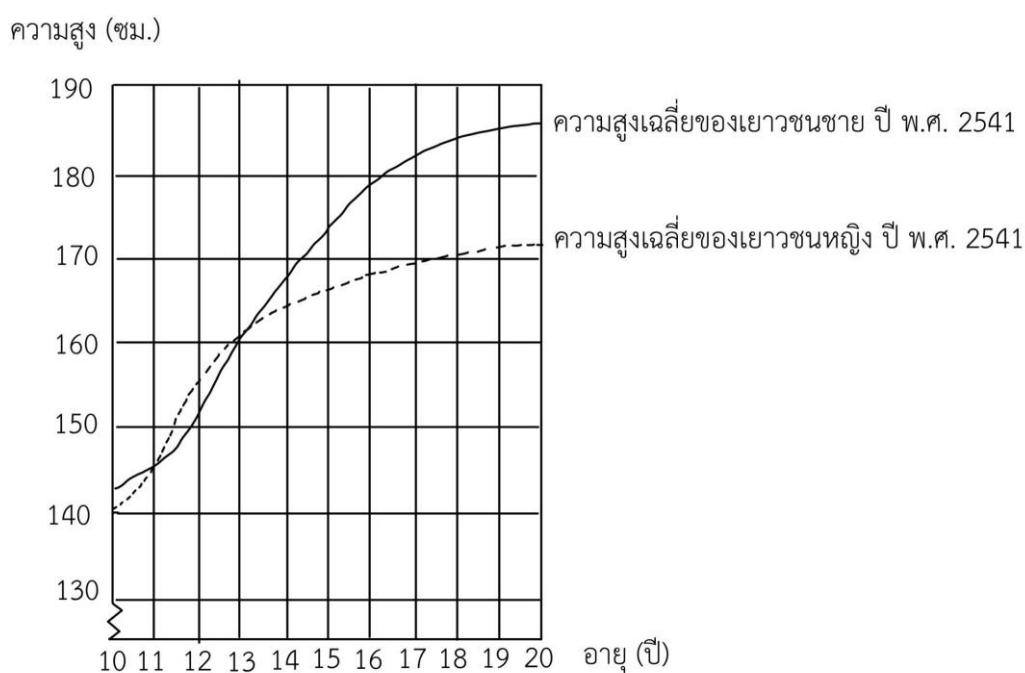
คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

คำถามที่ 2 : จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” เพื่อบอกว่าสวนหย่อมล้อมกรอบด้วยไม้กระดาน 32 เมตรต่อไปนี้ได้หรือไม่

แบบสวนหย่อม	ตามแบบนี้สามารถล้อมกรอบสวนหย่อมด้วยไม้ 32 เมตร ได้ใช่หรือไม่
แบบที่ 1	ใช่/ไม่ใช่
แบบที่ 2	ใช่/ไม่ใช่
แบบที่ 3	ใช่/ไม่ใช่
แบบที่ 4	ใช่/ไม่ใช่

สูงขึ้น

เยาวชนสูงขึ้น ในปี พ.ศ. 2541 ความสูงเฉลี่ยของเยาวชนชายและหญิงในประเทศนอร์เวย์แสดงได้ดังกราฟต่อไปนี้



คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด

คำถามที่ 2 : ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 ถึงปี พ.ศ. 2541 ความสูงเฉลี่ยของเยาวชนหญิงอายุ 20 ปี เพิ่มขึ้น 2.3 เซนติเมตรเป็น 170.6 เซนติเมตร อยากทราบว่าความสูงเฉลี่ยของเยาวชนหญิงอายุ 20 ปี เมื่อปี พ.ศ. 2523 เป็นเท่าไร

คำถามที่ 3 : จากกราฟ โดยเฉลี่ยเยาวชนหญิงอายุเท่าไรจึงจะมีความสูงมากกว่าเยาวชนชายในวัยเดียวกัน

(ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์ก่อนที่ก่อนที่ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมิน)

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

รายวิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อนักเรียน.....ชั้น.....เลขที่.....

จัดกิจกรรมการเรียนรู้วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์นี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

ข้อคำถามเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในครั้งนี้ เพราะอะไร

.....

.....

2. นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ เพราะอะไร

ได้

ไม่ได้ เพราะ

.....

3. นักเรียนสามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ให้เป็นเครื่องหมายในเชิงคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ เพราะอะไร

ได้

ไม่ได้ เพราะ

.....

4. นักเรียนสามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้หรือไม่ เพราะอะไร

ได้

ไม่ได้ เพราะ

.....

พจนานุกรม ปณฺฑิต ชีวะ

5. นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้หรือไม่ อย่างไร

- ได้
 ไม่ได้

เพราะ.....

6. นักเรียนสามารถรายงานคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบได้หรือไม่ เพราะอะไร

- ได้
 ไม่ได้ เพราะ

7. นักเรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้หรือไม่ เพราะอะไร

- ได้
 ไม่ได้ เพราะ

8. ในขณะที่นักเรียนทุกคนอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน นักเรียนมีความเข้าใจหรือไม่ และมีความคิดเห็นอย่างไร

- มีอย่างไร
- ไม่มี เพราะ

9. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นปัญหาหรืออุปสรรคที่สำคัญที่สุดในการเรียนคณิตศาสตร์ที่พบและคิดว่าจะแก้ไขอย่างไร

.....

.....

.....

10. นักเรียนคิดว่าควรจะมีอะไรเพิ่มเติมในการจัดการเรียนการสอน

.....

.....

(ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์ที่ใช้จริงผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว)

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

รายวิชา ค 31202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อนักเรียน.....ชั้น.....เลขที่.....

จัดกิจกรรมการเรียนรู้วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์นี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนตอบตามความเป็นจริง เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไป

ข้อคำถามเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ เพราะอะไร

ได้

ไม่ได้ เพราะ

2. นักเรียนสามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ให้เป็นเครื่องหมายในเชิงคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ เพราะอะไร

ได้

ไม่ได้ เพราะ

3. นักเรียนสามารถคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้หรือไม่ เพราะอะไร

ได้

ไม่ได้ เพราะ

4. นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้หรือไม่ อย่างไร

ได้

ไม่ได้

เพราะ.....

.....

5. นักเรียนสามารถรายงานคำตอบ วิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบได้หรือไม่ เพราะอะไร

ได้

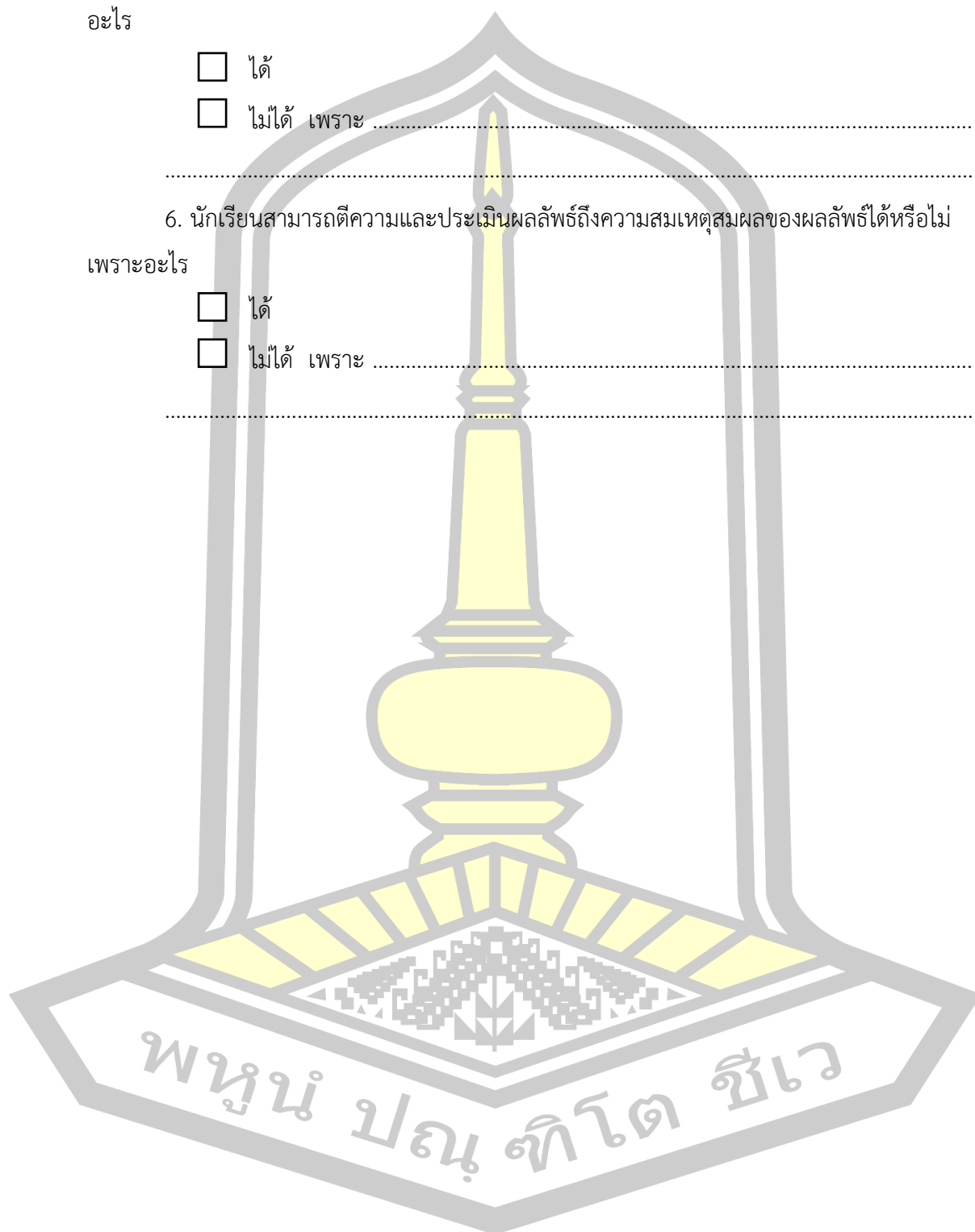
ไม่ได้ เพราะ

6. นักเรียนสามารถตีความและประเมินผลลัพธ์ถึงความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้หรือไม่

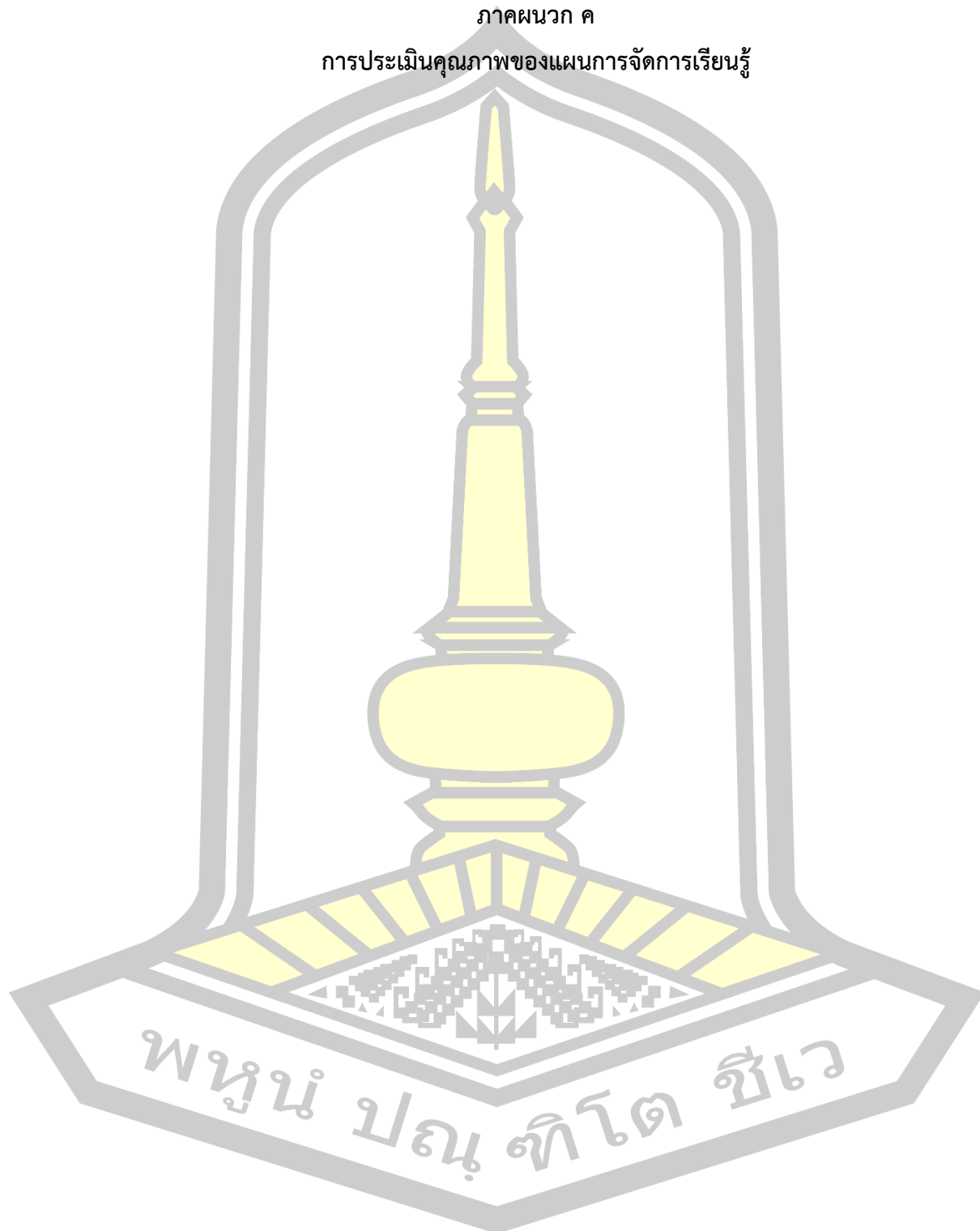
เพราะอะไร

ได้

ไม่ได้ เพราะ



ภาคผนวก ค
การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

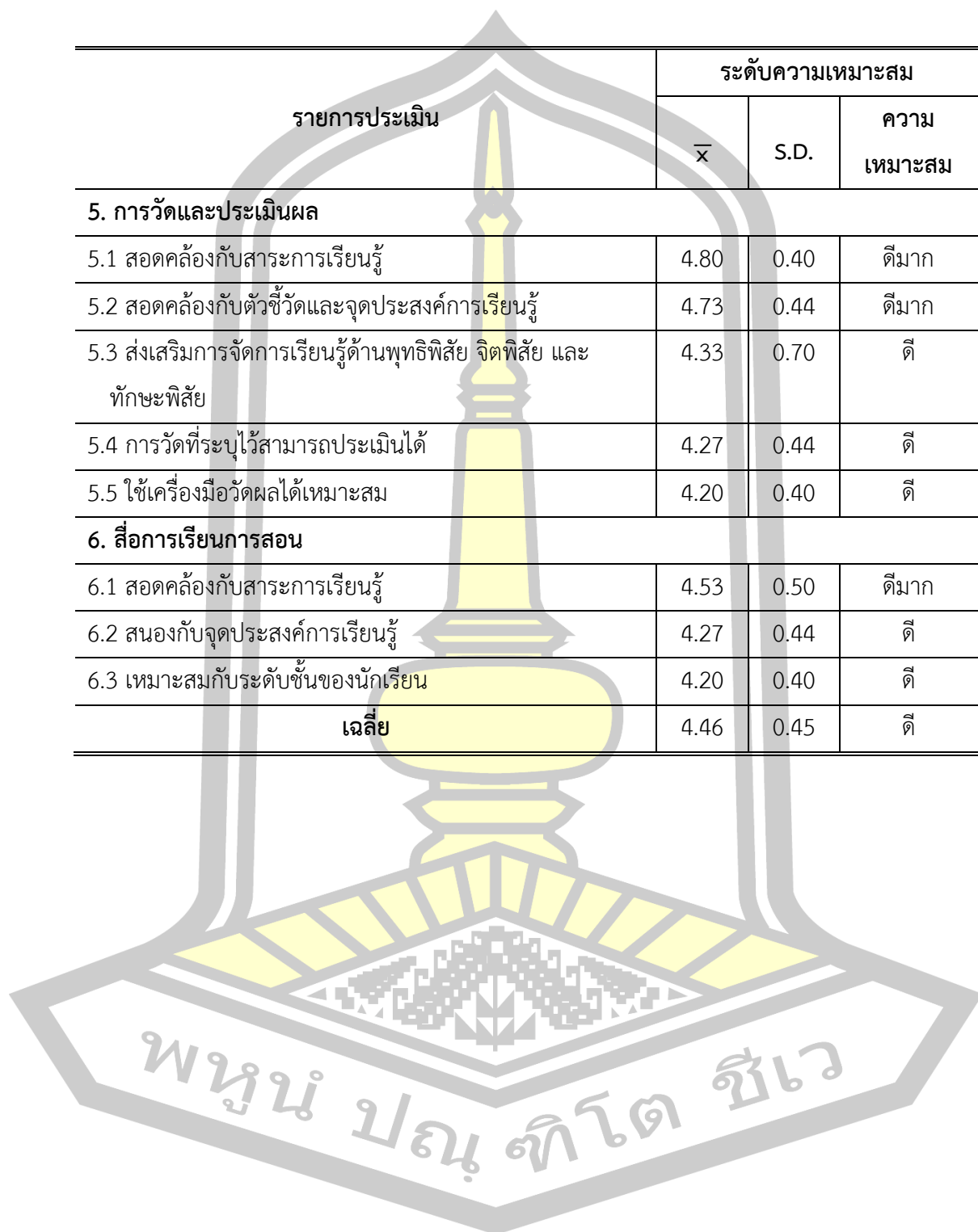


ตาราง 22 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{x}	S.D.	ความเหมาะสม
1. สารสำคัญ			
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	4.80	0.40	ดีมาก
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	4.73	0.44	ดีมาก
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4.00	0.00	ดี
1.4 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.47	0.50	ดี
2. จุดประสงค์			
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4.53	0.50	ดีมาก
2.2 ประเมินผลได้	4.47	0.50	ดี
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.47	0.50	ดี
3. สารการเรียนรู้			
3.1 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.49	ดีมาก
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดให้นักเรียนในช่วงเวลานั้น	4.47	0.50	ดี
3.3 มีความถูกต้อง	4.33	0.47	ดี
4. กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4.27	0.44	ดี
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.53	0.50	ดีมาก
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.40	ดีมาก
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.40	0.49	ดี
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดในแต่ละแผน	4.53	0.50	ดีมาก
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	4.47	0.40	ดี
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4.40	0.49	ดี

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{x}	S.D.	ความเหมาะสม
5. การวัดและประเมินผล			
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.80	0.40	ดีมาก
5.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	4.73	0.44	ดีมาก
5.3 ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และ ทักษะพิสัย	4.33	0.70	ดี
5.4 การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	4.27	0.44	ดี
5.5 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.20	0.40	ดี
6. สื่อการเรียนการสอน			
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.53	0.50	ดีมาก
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.27	0.44	ดี
6.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.20	0.40	ดี
เฉลี่ย	4.46	0.45	ดี

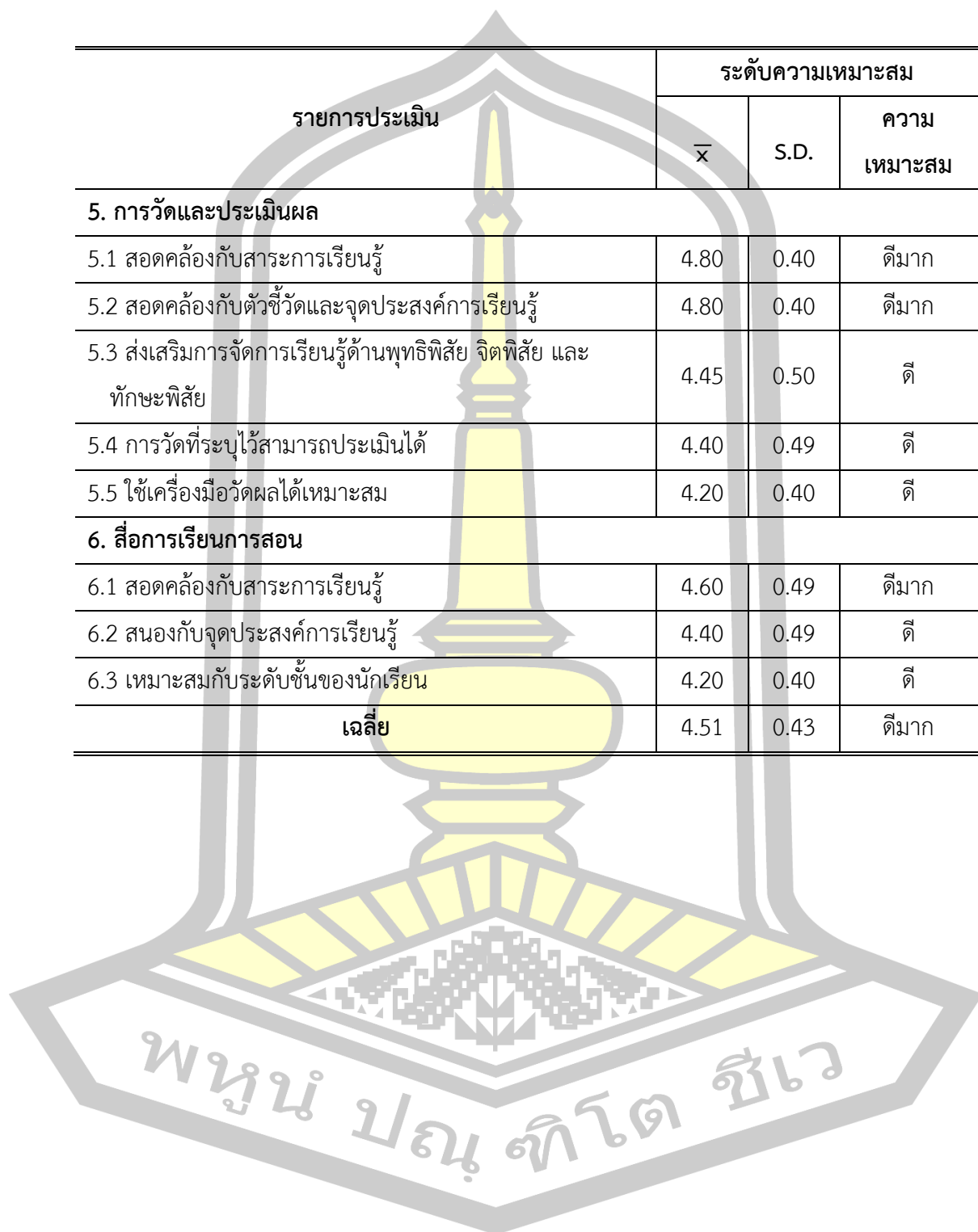


ตาราง 23 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{x}	S.D.	ความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ			
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	4.80	0.40	ดีมาก
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	4.80	0.40	ดีมาก
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4.00	0.00	ดี
1.4 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.50	0.50	ดี
2. จุดประสงค์			
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4.55	0.50	ดีมาก
2.2 ประเมินผลได้	4.50	0.50	ดี
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.45	0.50	ดี
3. สาระการเรียนรู้			
3.1 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.40	ดีมาก
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดให้นักเรียนในชั่วโมงนั้น	4.80	0.40	ดีมาก
3.3 มีความถูกต้อง	4.65	0.48	ดีมาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4.20	0.40	ดี
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.60	0.49	ดีมาก
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.40	ดีมาก
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.40	0.49	ดี
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดในแต่ละแผน	4.60	0.49	ดีมาก
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	4.20	0.40	ดี
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4.20	0.40	ดี

ตาราง 23 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{x}	S.D.	ความเหมาะสม
5. การวัดและประเมินผล			
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.80	0.40	ดีมาก
5.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.40	ดีมาก
5.3 ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และ ทักษะพิสัย	4.45	0.50	ดี
5.4 การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	4.40	0.49	ดี
5.5 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.20	0.40	ดี
6. สื่อการเรียนการสอน			
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.60	0.49	ดีมาก
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.49	ดี
6.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.20	0.40	ดี
เฉลี่ย	4.51	0.43	ดีมาก

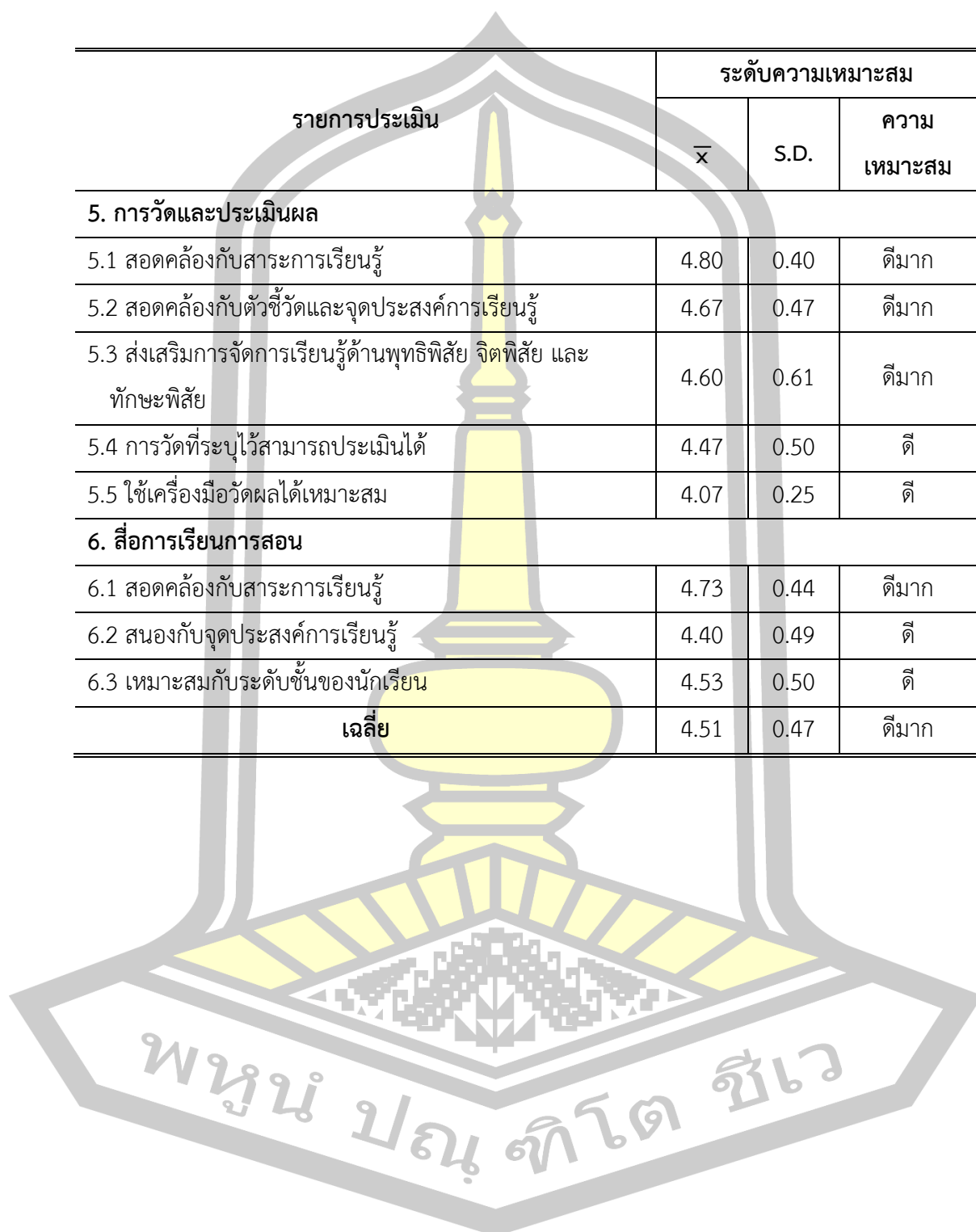


ตาราง 24 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{x}	S.D.	ความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ			
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร	4.60	0.49	ดีมาก
1.2 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาสาระที่กำหนด	4.60	0.49	ดีมาก
1.3 กะทัดรัดได้ความชัดเจนสมบูรณ์	4.33	0.47	ดี
1.4 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.53	0.50	ดีมาก
2. จุดประสงค์			
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	4.53	0.50	ดีมาก
2.2 ประเมินผลได้	4.47	0.50	ดี
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.53	0.50	ดีมาก
3. สาระการเรียนรู้			
3.1 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.49	ดีมาก
3.2 บอกขอบข่ายเนื้อหาที่จะจัดให้นักเรียนในชั่วโมงนั้น	4.20	0.40	ดี
3.3 มีความถูกต้อง	4.27	0.44	ดี
4. กิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4.33	0.47	ดี
4.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.73	0.44	ดีมาก
4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.47	ดีมาก
4.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.40	0.49	ดี
4.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดในแต่ละแผน	4.53	0.50	ดีมาก
4.6 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	4.73	0.44	ดี
4.7 ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4.47	0.50	ดี

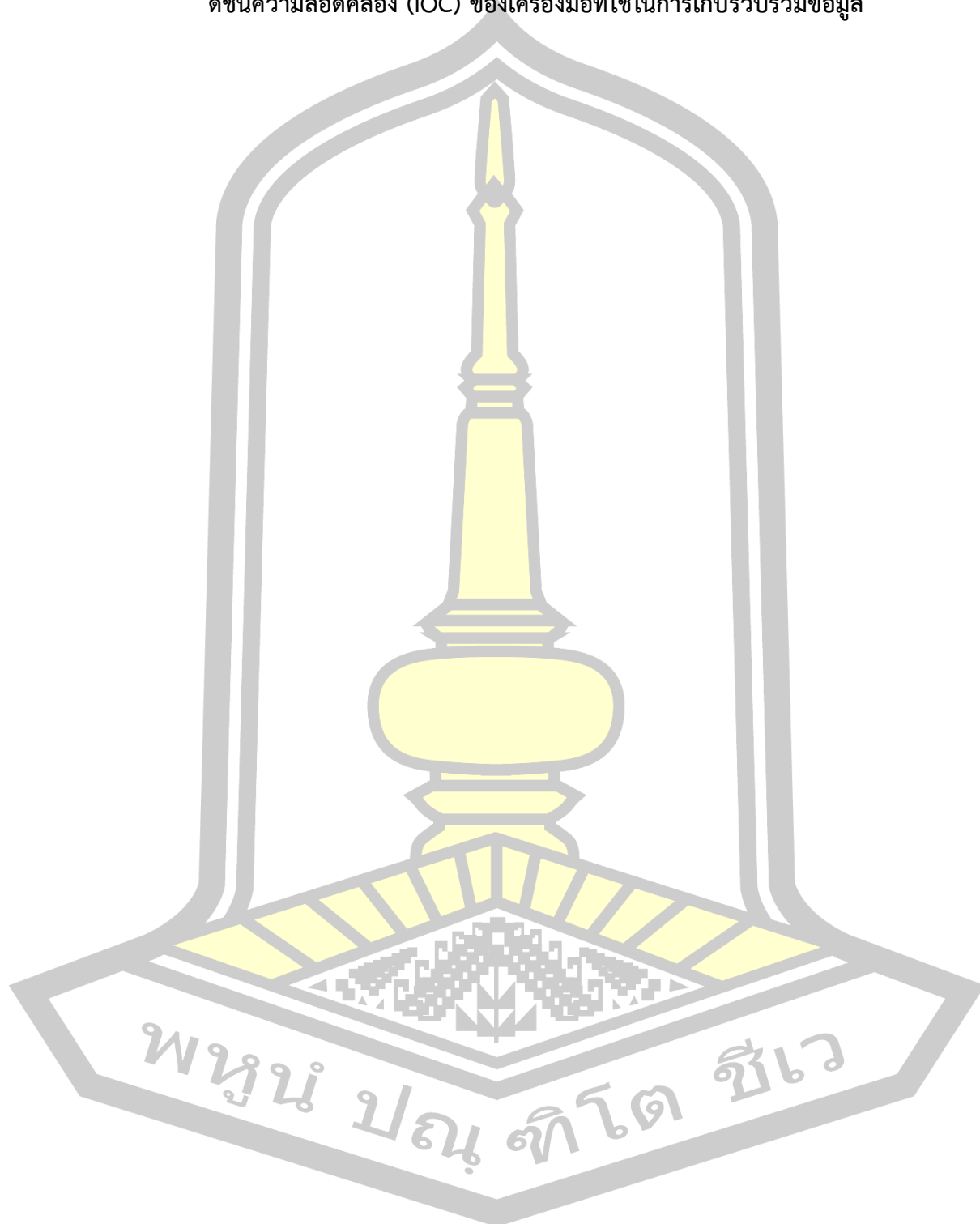
ตาราง 24 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	\bar{x}	S.D.	ความเหมาะสม
5. การวัดและประเมินผล			
5.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.80	0.40	ดีมาก
5.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.47	ดีมาก
5.3 ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และ ทักษะพิสัย	4.60	0.61	ดีมาก
5.4 การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	4.47	0.50	ดี
5.5 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.07	0.25	ดี
6. สื่อการเรียนการสอน			
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.73	0.44	ดีมาก
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.49	ดี
6.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.53	0.50	ดี
เฉลี่ย	4.51	0.47	ดีมาก



ภาคผนวก ง

ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล



(ตัวอย่างแบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง IOC)

แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย

โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

โดย นางสาวภัทราพร สุตรีกษ์ รหัสนิต 61010556025

นิสิตชั้นปีที่ 2 คณะศึกษาศาสตร์ สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คำชี้แจง แบบประเมินความเที่ยงตรง (IOC) ของเครื่องมือการวิจัย การวัดความสามารถในการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้ในการรวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อสอบ เพื่อพิจารณาข้อสอบนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ซึ่งจะก่อให้เกิดความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็น โดยได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาความเที่ยงตรง ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงกับเนื้อหา และจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงกับเนื้อหา และจุดประสงค์
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงกับเนื้อหา และจุดประสงค์

พูน ปณ ทิโต ชีเว

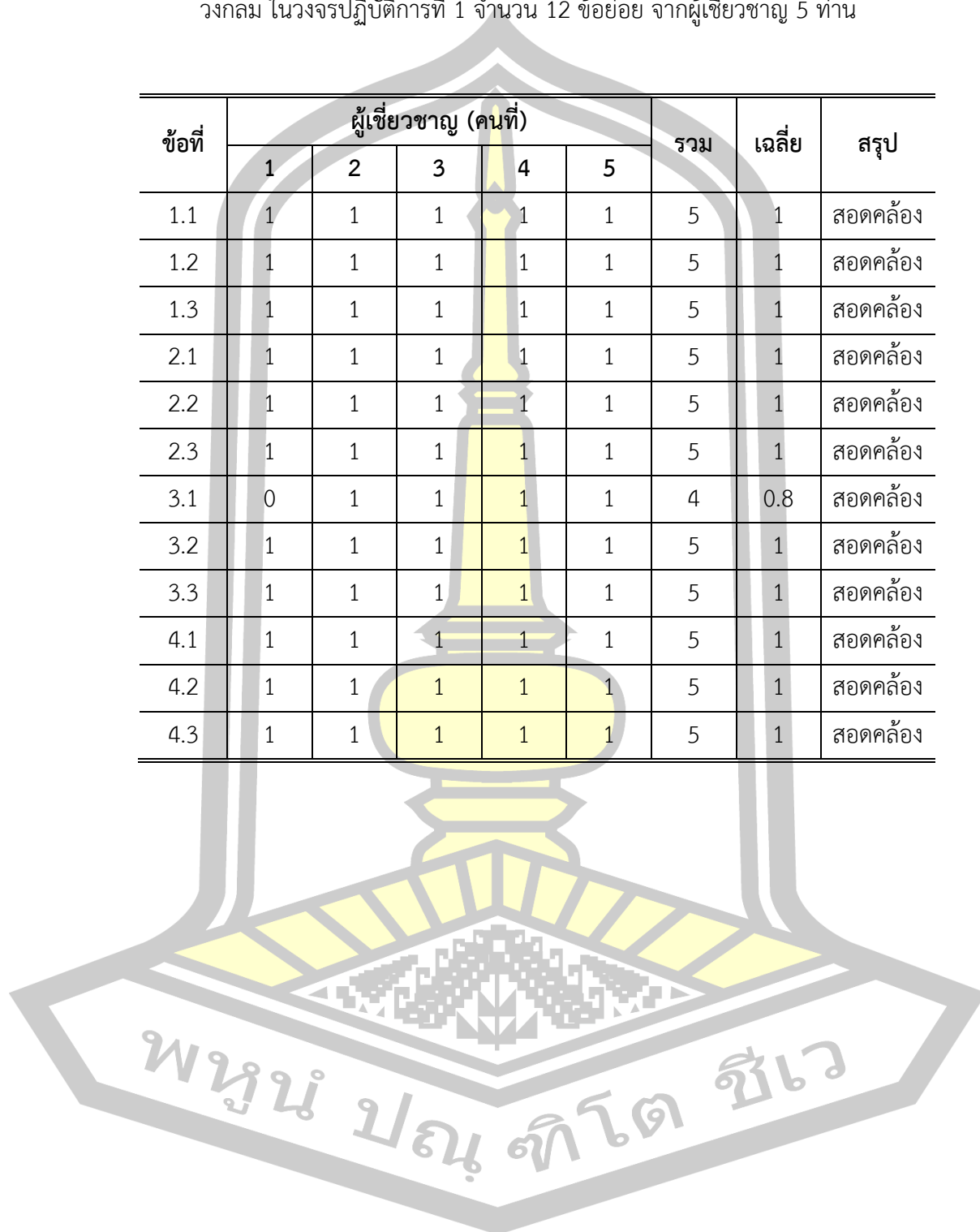
การประเมินการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์	ข้อความการทาง คณิตศาสตร์	เนื้อหา คณิตศาสตร์			สถานการณ์ หรือบริบท			ข้อเสนอแนะ																																																																																					
		+1	0	-1	+1	0	-1																																																																																						
1. กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ : - 2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ : - 3. บริบท : ทาง วิทยาศาสตร์	ข้อคำถาม สถานการณ์ : ดาวเคราะห์ ข้อมูลพื้นฐานของดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (กิโลเมตร)</th> <th>ความหนาแน่น (กรัม/ซentrимิเตอร์³)</th> <th>ระยะ (ล้านกิโลเมตร)</th> <th>ความโน้มถ่วง (g)</th> <th>ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/วินาที)</th> <th>คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)</th> <th>จำนวนดาวบริวาร</th> <th>ดัชนีการหักเหของแสง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ดาวอังคาร</td> <td>3,475</td> <td>0</td> <td>0.012300</td> <td>3.35</td> <td>0.17</td> <td>24</td> <td>27.3217</td> <td>6.7</td> <td>0.12</td> </tr> <tr> <td>ดาวศุกร์</td> <td>6,792</td> <td>1,7148</td> <td>0.107447</td> <td>3.94</td> <td>0.38</td> <td>5.0</td> <td>1.0260</td> <td>25.2</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>ดาวพฤหัสบดี</td> <td>142,980</td> <td>1,115.4</td> <td>317.833</td> <td>1.33</td> <td>2.53</td> <td>59.5</td> <td>0.4101</td> <td>3.1</td> <td>0.52</td> </tr> <tr> <td>ดาวเสาร์</td> <td>120,540</td> <td>1,102</td> <td>95.163</td> <td>0.69</td> <td>1.06</td> <td>35.5</td> <td>0.4450</td> <td>26.7</td> <td>0.47</td> </tr> <tr> <td>ดาวยูเรนัส</td> <td>51,120</td> <td>1,431.6</td> <td>14.536</td> <td>1.27</td> <td>0.90</td> <td>21.3</td> <td>0.7183</td> <td>82.2</td> <td>0.51</td> </tr> <tr> <td>ดาวเนปจูน</td> <td>49,530</td> <td>1,581.5</td> <td>17.149</td> <td>1.64</td> <td>1.14</td> <td>23.5</td> <td>0.6712</td> <td>28.3</td> <td>0.41</td> </tr> <tr> <td>ดาวพุธ</td> <td>2,390</td> <td>0</td> <td>0.0022</td> <td>1.8</td> <td>0.08</td> <td>1.3</td> <td>4.3872</td> <td>57.4</td> <td>0.3</td> </tr> </tbody> </table>							ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (กิโลเมตร)	ความหนาแน่น (กรัม/ซentrимิเตอร์ ³)	ระยะ (ล้านกิโลเมตร)	ความโน้มถ่วง (g)	ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/วินาที)	คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)	จำนวนดาวบริวาร	ดัชนีการหักเหของแสง	ดาวอังคาร	3,475	0	0.012300	3.35	0.17	24	27.3217	6.7	0.12	ดาวศุกร์	6,792	1,7148	0.107447	3.94	0.38	5.0	1.0260	25.2	0.15	ดาวพฤหัสบดี	142,980	1,115.4	317.833	1.33	2.53	59.5	0.4101	3.1	0.52	ดาวเสาร์	120,540	1,102	95.163	0.69	1.06	35.5	0.4450	26.7	0.47	ดาวยูเรนัส	51,120	1,431.6	14.536	1.27	0.90	21.3	0.7183	82.2	0.51	ดาวเนปจูน	49,530	1,581.5	17.149	1.64	1.14	23.5	0.6712	28.3	0.41	ดาวพุธ	2,390	0	0.0022	1.8	0.08	1.3	4.3872	57.4	0.3							
		ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (กิโลเมตร)	ความหนาแน่น (กรัม/ซentrимิเตอร์ ³)	ระยะ (ล้านกิโลเมตร)	ความโน้มถ่วง (g)	ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/วินาที)	คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)	จำนวนดาวบริวาร	ดัชนีการหักเหของแสง																																																																																				
ดาวอังคาร	3,475	0	0.012300	3.35	0.17	24	27.3217	6.7	0.12																																																																																				
ดาวศุกร์	6,792	1,7148	0.107447	3.94	0.38	5.0	1.0260	25.2	0.15																																																																																				
ดาวพฤหัสบดี	142,980	1,115.4	317.833	1.33	2.53	59.5	0.4101	3.1	0.52																																																																																				
ดาวเสาร์	120,540	1,102	95.163	0.69	1.06	35.5	0.4450	26.7	0.47																																																																																				
ดาวยูเรนัส	51,120	1,431.6	14.536	1.27	0.90	21.3	0.7183	82.2	0.51																																																																																				
ดาวเนปจูน	49,530	1,581.5	17.149	1.64	1.14	23.5	0.6712	28.3	0.41																																																																																				
ดาวพุธ	2,390	0	0.0022	1.8	0.08	1.3	4.3872	57.4	0.3																																																																																				
		คำถามที่ 1 : สถานการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในบริบทใด เฉลย 1 คะแนน ตอบ บริบททางวิทยาศาสตร์ 0 คะแนน ตอบ คำตอบอื่น ๆ																																																																																											

การประเมินการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์	ข้อความการทาง คณิตศาสตร์	เนื้อหา คณิตศาสตร์			สถานการณ์ หรือบริบท			ข้อเสนอแนะ																																																																																																																		
		+1	0	-1	+1	0	-1																																																																																																																			
1. กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ : - 2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ : ปริภูมิและรูปทรง 3. บริบท : ทาง วิทยาศาสตร์	ข้อคำถาม สถานการณ์ : ดาวเคราะห์ ข้อมูลพื้นฐานของดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (กิโลเมตร)</th> <th>ความหนาแน่น (กรัม/ซentrимิเตอร์³)</th> <th>มวล (ในหน่วยโลก)</th> <th>ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ (ในหน่วยดาราศาสตร์)</th> <th>ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/ชั่วโมง)</th> <th>คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)</th> <th>คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)</th> <th>ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/ชั่วโมง)</th> <th>ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/ชั่วโมง)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ดาวพุธ</td> <td>1,392,530</td> <td>0</td> <td>332,546.0</td> <td>1.41</td> <td>27.9</td> <td>617.5</td> <td>25-35</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ดาวศุกร์</td> <td>4,879</td> <td>0</td> <td>0.055,274</td> <td>5.43</td> <td>0.36</td> <td>4.2</td> <td>58,646</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>โลก</td> <td>12,104</td> <td>0</td> <td>0.815,005</td> <td>5.24</td> <td>0.90</td> <td>10.4</td> <td>243,019</td> <td>2.6</td> </tr> <tr> <td>ดาวอังคาร</td> <td>12,756</td> <td>1,276</td> <td>1,000,000</td> <td>5.52</td> <td>1.00</td> <td>11.2</td> <td>0.9973</td> <td>23.4</td> </tr> <tr> <td>ดาวพฤหัสบดี</td> <td>3,475</td> <td>0</td> <td>0.012,300</td> <td>3.35</td> <td>0.17</td> <td>2.4</td> <td>27,321.7</td> <td>6.7</td> </tr> <tr> <td>ดาวเสาร์</td> <td>6,792</td> <td>1,748</td> <td>0.107,447</td> <td>3.94</td> <td>0.36</td> <td>5.0</td> <td>1,026.0</td> <td>25.2</td> </tr> <tr> <td>ดาวยูเรนัส</td> <td>162,980</td> <td>1,15.4</td> <td>317,833</td> <td>1.35</td> <td>2.53</td> <td>59.5</td> <td>0.4101</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td>ดาวเนปจูน</td> <td>120,540</td> <td>1,102</td> <td>95,163</td> <td>0.69</td> <td>1.06</td> <td>35.5</td> <td>0.4450</td> <td>26.7</td> </tr> <tr> <td>ดาวพลูโต</td> <td>51,120</td> <td>1,43.6</td> <td>16,536</td> <td>1.27</td> <td>0.90</td> <td>21.3</td> <td>0.7183</td> <td>82.2</td> </tr> <tr> <td>ดาว冥王星</td> <td>49,530</td> <td>1,58.5</td> <td>17,149</td> <td>1.66</td> <td>1.14</td> <td>23.5</td> <td>0.6712</td> <td>28.3</td> </tr> <tr> <td>ดาวซีตัส</td> <td>2,390</td> <td>0</td> <td>0.002,2</td> <td>1.8</td> <td>0.06</td> <td>1.3</td> <td>6,367.2</td> <td>57.4</td> </tr> </tbody> </table>							ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (กิโลเมตร)	ความหนาแน่น (กรัม/ซentrимิเตอร์ ³)	มวล (ในหน่วยโลก)	ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ (ในหน่วยดาราศาสตร์)	ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)	คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)	ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ดาวพุธ	1,392,530	0	332,546.0	1.41	27.9	617.5	25-35	-	ดาวศุกร์	4,879	0	0.055,274	5.43	0.36	4.2	58,646	0.0	โลก	12,104	0	0.815,005	5.24	0.90	10.4	243,019	2.6	ดาวอังคาร	12,756	1,276	1,000,000	5.52	1.00	11.2	0.9973	23.4	ดาวพฤหัสบดี	3,475	0	0.012,300	3.35	0.17	2.4	27,321.7	6.7	ดาวเสาร์	6,792	1,748	0.107,447	3.94	0.36	5.0	1,026.0	25.2	ดาวยูเรนัส	162,980	1,15.4	317,833	1.35	2.53	59.5	0.4101	3.1	ดาวเนปจูน	120,540	1,102	95,163	0.69	1.06	35.5	0.4450	26.7	ดาวพลูโต	51,120	1,43.6	16,536	1.27	0.90	21.3	0.7183	82.2	ดาว冥王星	49,530	1,58.5	17,149	1.66	1.14	23.5	0.6712	28.3	ดาวซีตัส	2,390	0	0.002,2	1.8	0.06	1.3	6,367.2	57.4						
		ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (กิโลเมตร)	ความหนาแน่น (กรัม/ซentrимิเตอร์ ³)	มวล (ในหน่วยโลก)	ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ (ในหน่วยดาราศาสตร์)	ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)	คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)	ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ความเร็วในการโคจร (กิโลเมตร/ชั่วโมง)																																																																																																																
ดาวพุธ	1,392,530	0	332,546.0	1.41	27.9	617.5	25-35	-																																																																																																																		
ดาวศุกร์	4,879	0	0.055,274	5.43	0.36	4.2	58,646	0.0																																																																																																																		
โลก	12,104	0	0.815,005	5.24	0.90	10.4	243,019	2.6																																																																																																																		
ดาวอังคาร	12,756	1,276	1,000,000	5.52	1.00	11.2	0.9973	23.4																																																																																																																		
ดาวพฤหัสบดี	3,475	0	0.012,300	3.35	0.17	2.4	27,321.7	6.7																																																																																																																		
ดาวเสาร์	6,792	1,748	0.107,447	3.94	0.36	5.0	1,026.0	25.2																																																																																																																		
ดาวยูเรนัส	162,980	1,15.4	317,833	1.35	2.53	59.5	0.4101	3.1																																																																																																																		
ดาวเนปจูน	120,540	1,102	95,163	0.69	1.06	35.5	0.4450	26.7																																																																																																																		
ดาวพลูโต	51,120	1,43.6	16,536	1.27	0.90	21.3	0.7183	82.2																																																																																																																		
ดาว冥王星	49,530	1,58.5	17,149	1.66	1.14	23.5	0.6712	28.3																																																																																																																		
ดาวซีตัส	2,390	0	0.002,2	1.8	0.06	1.3	6,367.2	57.4																																																																																																																		
คำถามที่ 2 : โลกมีรัศมีตามแนวศูนย์สูตรเท่าใด เฉลย 1 คะแนน ตอบ 6378 กิโลเมตร 0 คะแนน ตอบ คำตอบอื่น ๆ																																																																																																																										

การประเมินการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์	ข้อความการทาง คณิตศาสตร์	เนื้อหา คณิตศาสตร์			สถานการณ์ หรือบริบท	ข้อเสนอแนะ																																																																																																											
		+1	0	-1																																																																																																													
1. กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ : การคิด สถานการณ์ของปัญหา ในเชิงคณิตศาสตร์ การใช้หลักการและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหา และการ ตีความและประเมินผล ศัพท์ทางคณิตศาสตร์ 2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ : - 3. บริบท : ทาง วิทยาศาสตร์	ข้อคำถาม																																																																																																																
	สถานการณ์ : ดาวเคราะห์ ข้อมูลพื้นฐานของดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์																																																																																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (กิโลเมตร)</th> <th>ความหนาแน่น (กรัม/ซentrимิเตอร์³)</th> <th>มวล (ล้านตัน)</th> <th>ความโน้มถ่วง (g)</th> <th>ความเร็วหลุดพ้น (กิโลเมตร/วินาที)</th> <th>คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)</th> <th>ความส่องสว่าง (วัตต์/ตารางเมตร)</th> <th>ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ (กิโลเมตร)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ดาวอังคาร</td> <td>1,392,530</td> <td>0</td> <td>332,546.0</td> <td>1.41</td> <td>27.9</td> <td>617.5</td> <td>25-35</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>ดาวพุธ</td> <td>4,879</td> <td>0</td> <td>0.0552714</td> <td>5.43</td> <td>0.36</td> <td>4.2</td> <td>58,646</td> <td>0.0 0.11</td> </tr> <tr> <td>ดาวศุกร์</td> <td>12,104</td> <td>0</td> <td>0.815,005</td> <td>5.24</td> <td>0.90</td> <td>10.4</td> <td>243,019</td> <td>2.6 0.65</td> </tr> <tr> <td>โลก</td> <td>12,756</td> <td>1,2756</td> <td>1,000,000</td> <td>5.52</td> <td>1.00</td> <td>11.2</td> <td>0.9973</td> <td>23.4 0.37</td> </tr> <tr> <td>ดาวเสาร์</td> <td>3,475</td> <td>0</td> <td>0.012,300</td> <td>3.35</td> <td>0.17</td> <td>2.4</td> <td>27,3217</td> <td>6.7 0.12</td> </tr> <tr> <td>ดาวยูเรนัส</td> <td>6,792</td> <td>1,7148</td> <td>0.107,447</td> <td>3.94</td> <td>0.36</td> <td>5.0</td> <td>1,0260</td> <td>25.2 0.15</td> </tr> <tr> <td>ดาวพฤหัสบดี</td> <td>142,980</td> <td>1,115.4</td> <td>317,833</td> <td>1.33</td> <td>2.53</td> <td>59.5</td> <td>0.4101</td> <td>3.1 0.52</td> </tr> <tr> <td>ดาวเสาร์</td> <td>120,540</td> <td>1,102</td> <td>95,163</td> <td>0.69</td> <td>1.04</td> <td>35.5</td> <td>0.4450</td> <td>26.7 0.47</td> </tr> <tr> <td>ดาวพฤหัสบดี</td> <td>51,120</td> <td>1,431.6</td> <td>14,536</td> <td>1.27</td> <td>0.90</td> <td>21.3</td> <td>0.7183</td> <td>82.2 0.51</td> </tr> <tr> <td>ดาวอังคาร</td> <td>49,530</td> <td>1,958.5</td> <td>17,149</td> <td>1.64</td> <td>1.14</td> <td>23.5</td> <td>0.6712</td> <td>28.3 0.41</td> </tr> <tr> <td>ดาวศุกร์</td> <td>2,390</td> <td>0</td> <td>0.002,2</td> <td>1.8</td> <td>0.06</td> <td>1.3</td> <td>4.3672</td> <td>57.4 0.3</td> </tr> </tbody> </table>						ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (กิโลเมตร)	ความหนาแน่น (กรัม/ซentrимิเตอร์ ³)	มวล (ล้านตัน)	ความโน้มถ่วง (g)	ความเร็วหลุดพ้น (กิโลเมตร/วินาที)	คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)	ความส่องสว่าง (วัตต์/ตารางเมตร)	ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ (กิโลเมตร)	ดาวอังคาร	1,392,530	0	332,546.0	1.41	27.9	617.5	25-35	-	ดาวพุธ	4,879	0	0.0552714	5.43	0.36	4.2	58,646	0.0 0.11	ดาวศุกร์	12,104	0	0.815,005	5.24	0.90	10.4	243,019	2.6 0.65	โลก	12,756	1,2756	1,000,000	5.52	1.00	11.2	0.9973	23.4 0.37	ดาวเสาร์	3,475	0	0.012,300	3.35	0.17	2.4	27,3217	6.7 0.12	ดาวยูเรนัส	6,792	1,7148	0.107,447	3.94	0.36	5.0	1,0260	25.2 0.15	ดาวพฤหัสบดี	142,980	1,115.4	317,833	1.33	2.53	59.5	0.4101	3.1 0.52	ดาวเสาร์	120,540	1,102	95,163	0.69	1.04	35.5	0.4450	26.7 0.47	ดาวพฤหัสบดี	51,120	1,431.6	14,536	1.27	0.90	21.3	0.7183	82.2 0.51	ดาวอังคาร	49,530	1,958.5	17,149	1.64	1.14	23.5	0.6712	28.3 0.41	ดาวศุกร์	2,390	0	0.002,2	1.8	0.06	1.3	4.3672	57.4 0.3
	ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (กิโลเมตร)	ความหนาแน่น (กรัม/ซentrимิเตอร์ ³)	มวล (ล้านตัน)	ความโน้มถ่วง (g)	ความเร็วหลุดพ้น (กิโลเมตร/วินาที)	คาบการหมุนรอบตัวเอง (วัน)	ความส่องสว่าง (วัตต์/ตารางเมตร)	ระยะห่างจากดวงอาทิตย์ (กิโลเมตร)																																																																																																									
	ดาวอังคาร	1,392,530	0	332,546.0	1.41	27.9	617.5	25-35	-																																																																																																								
	ดาวพุธ	4,879	0	0.0552714	5.43	0.36	4.2	58,646	0.0 0.11																																																																																																								
	ดาวศุกร์	12,104	0	0.815,005	5.24	0.90	10.4	243,019	2.6 0.65																																																																																																								
	โลก	12,756	1,2756	1,000,000	5.52	1.00	11.2	0.9973	23.4 0.37																																																																																																								
	ดาวเสาร์	3,475	0	0.012,300	3.35	0.17	2.4	27,3217	6.7 0.12																																																																																																								
	ดาวยูเรนัส	6,792	1,7148	0.107,447	3.94	0.36	5.0	1,0260	25.2 0.15																																																																																																								
	ดาวพฤหัสบดี	142,980	1,115.4	317,833	1.33	2.53	59.5	0.4101	3.1 0.52																																																																																																								
	ดาวเสาร์	120,540	1,102	95,163	0.69	1.04	35.5	0.4450	26.7 0.47																																																																																																								
ดาวพฤหัสบดี	51,120	1,431.6	14,536	1.27	0.90	21.3	0.7183	82.2 0.51																																																																																																									
ดาวอังคาร	49,530	1,958.5	17,149	1.64	1.14	23.5	0.6712	28.3 0.41																																																																																																									
ดาวศุกร์	2,390	0	0.002,2	1.8	0.06	1.3	4.3672	57.4 0.3																																																																																																									
คำถามที่ 3 : ดาวอังคารมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวศูนย์สูตรประมาณกี่เท่าของดาวพฤหัสบดี																																																																																																																	
.....																																																																																																																	
เฉลย ดาวอังคารมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามแนวศูนย์สูตรประมาณ 3 เท่า																																																																																																																	

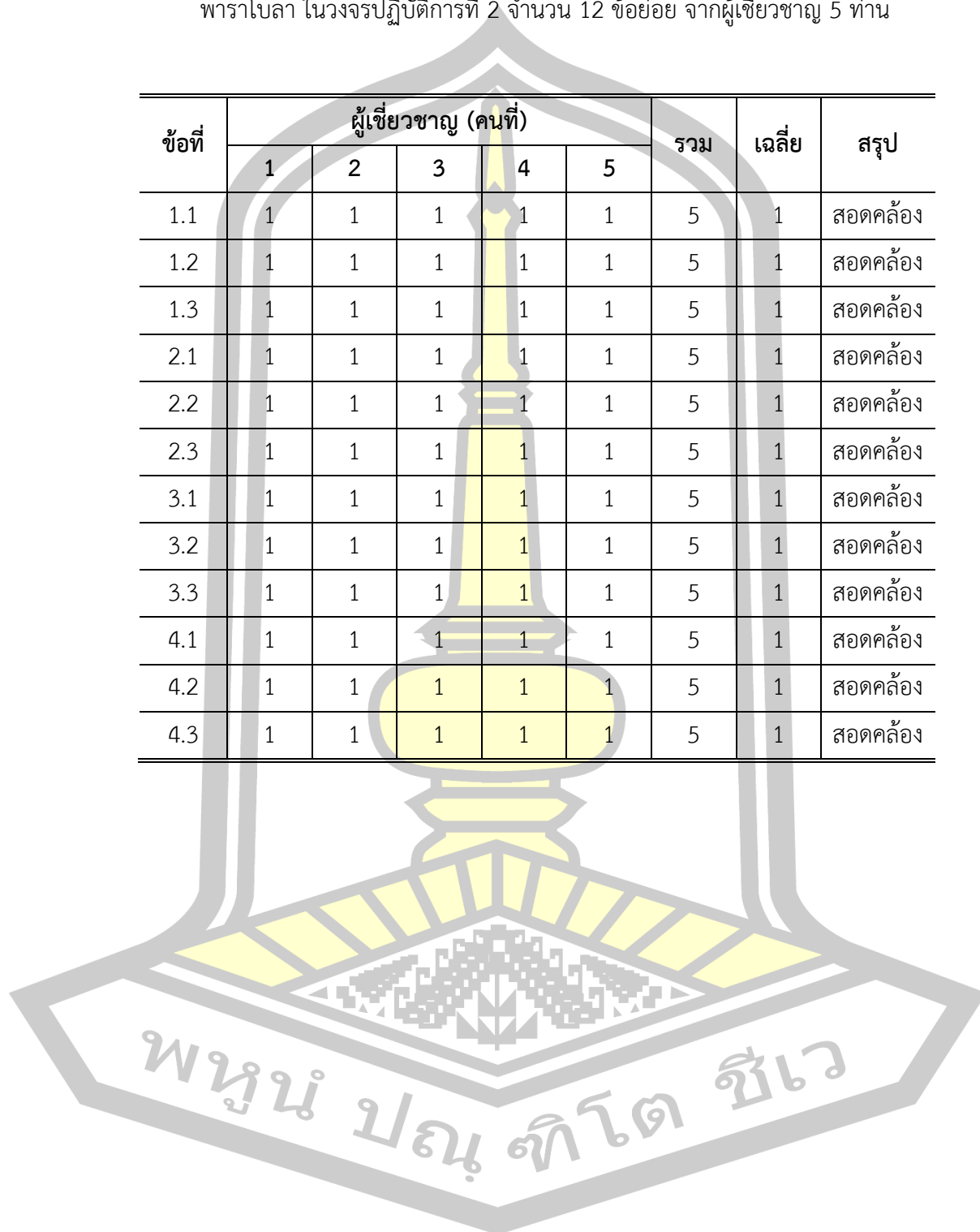
ตาราง 25 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 เรื่อง
วงกลม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 12 ข้อย่อย จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.1	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
3.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง



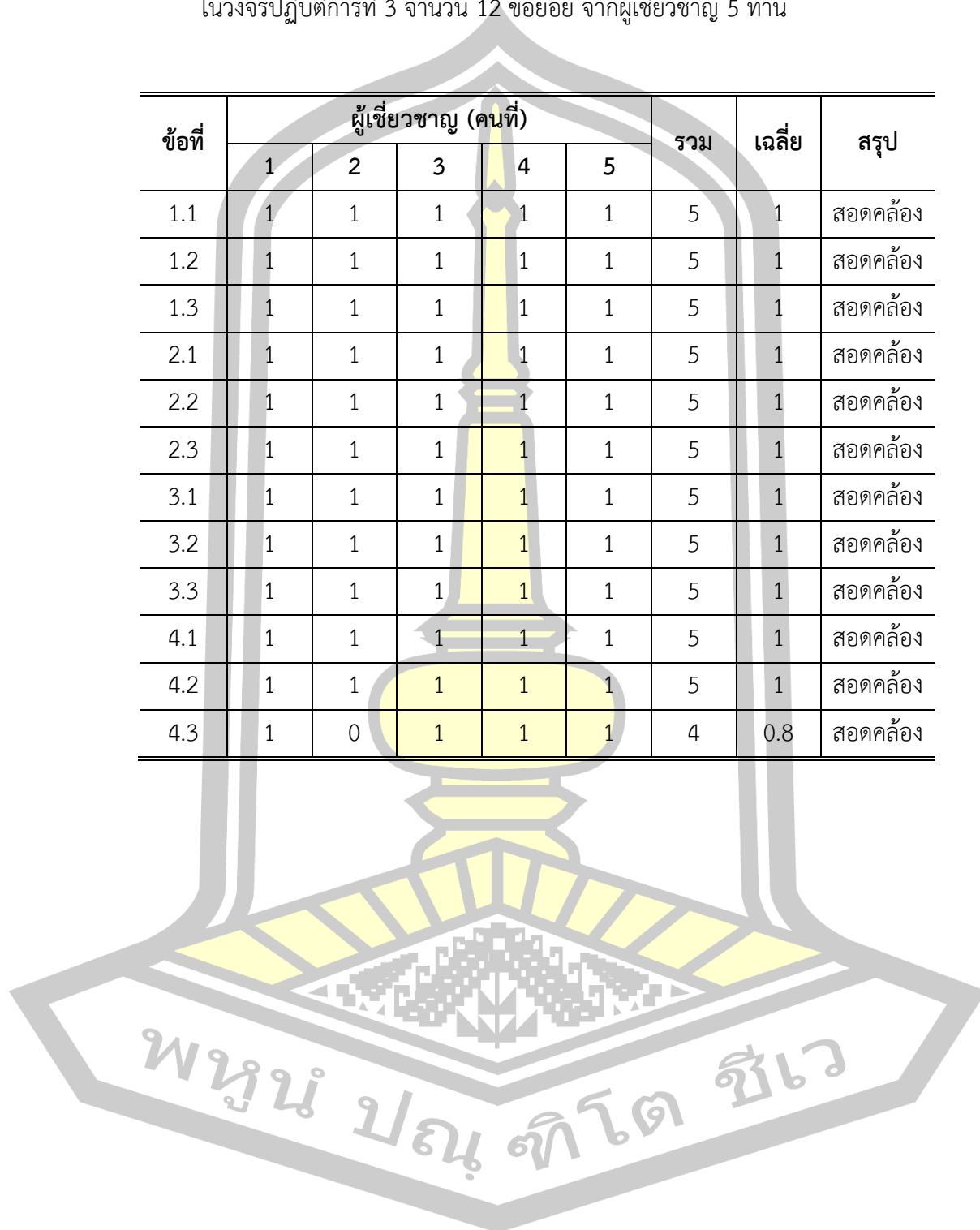
ตาราง 26 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 เรื่อง พาราโบลา ในวงจรมปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 12 ข้อย่อย จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง



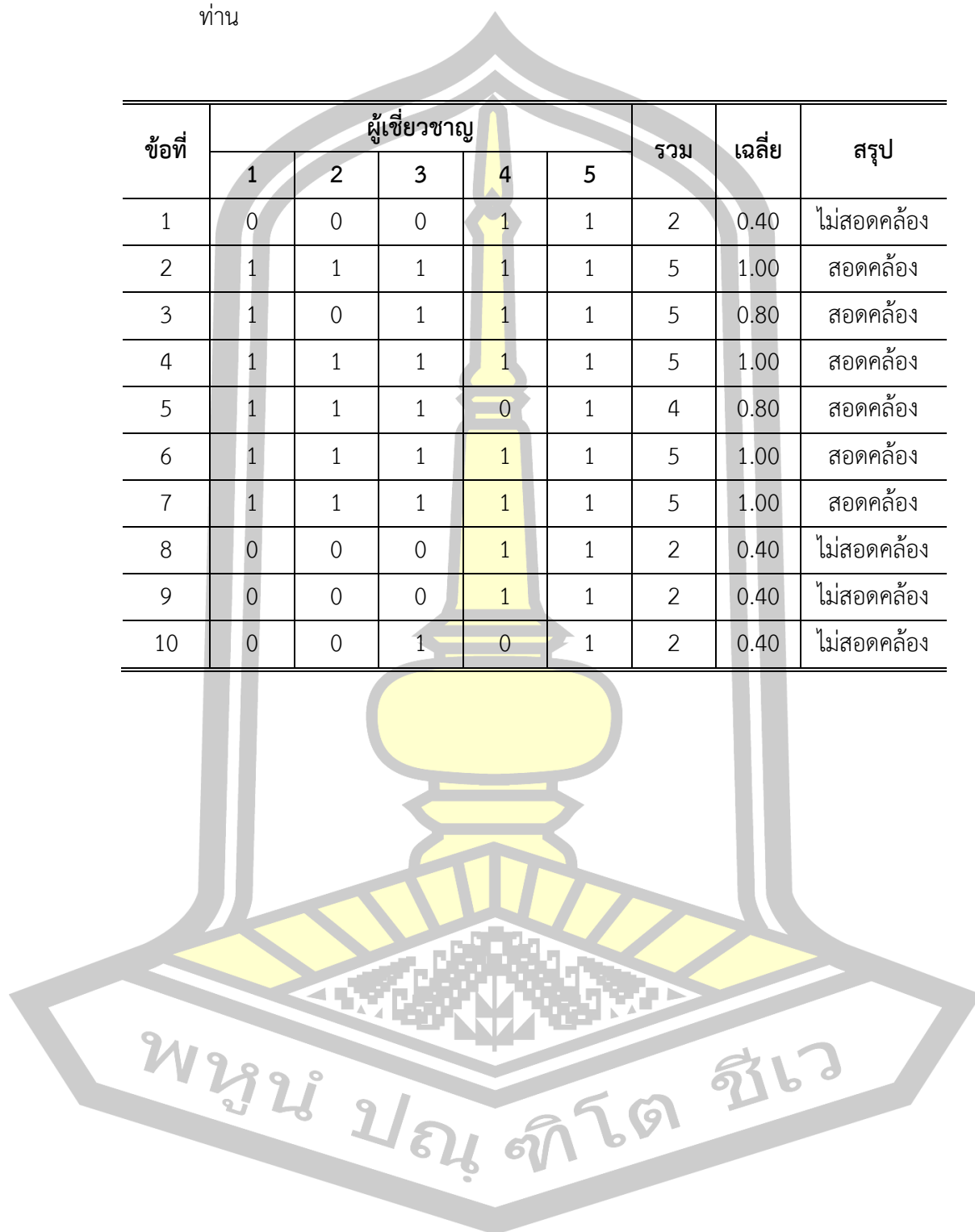
ตาราง 27 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ชุดที่ 3 เรื่องวงรี
 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 12 ข้อย่อย จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.3	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง

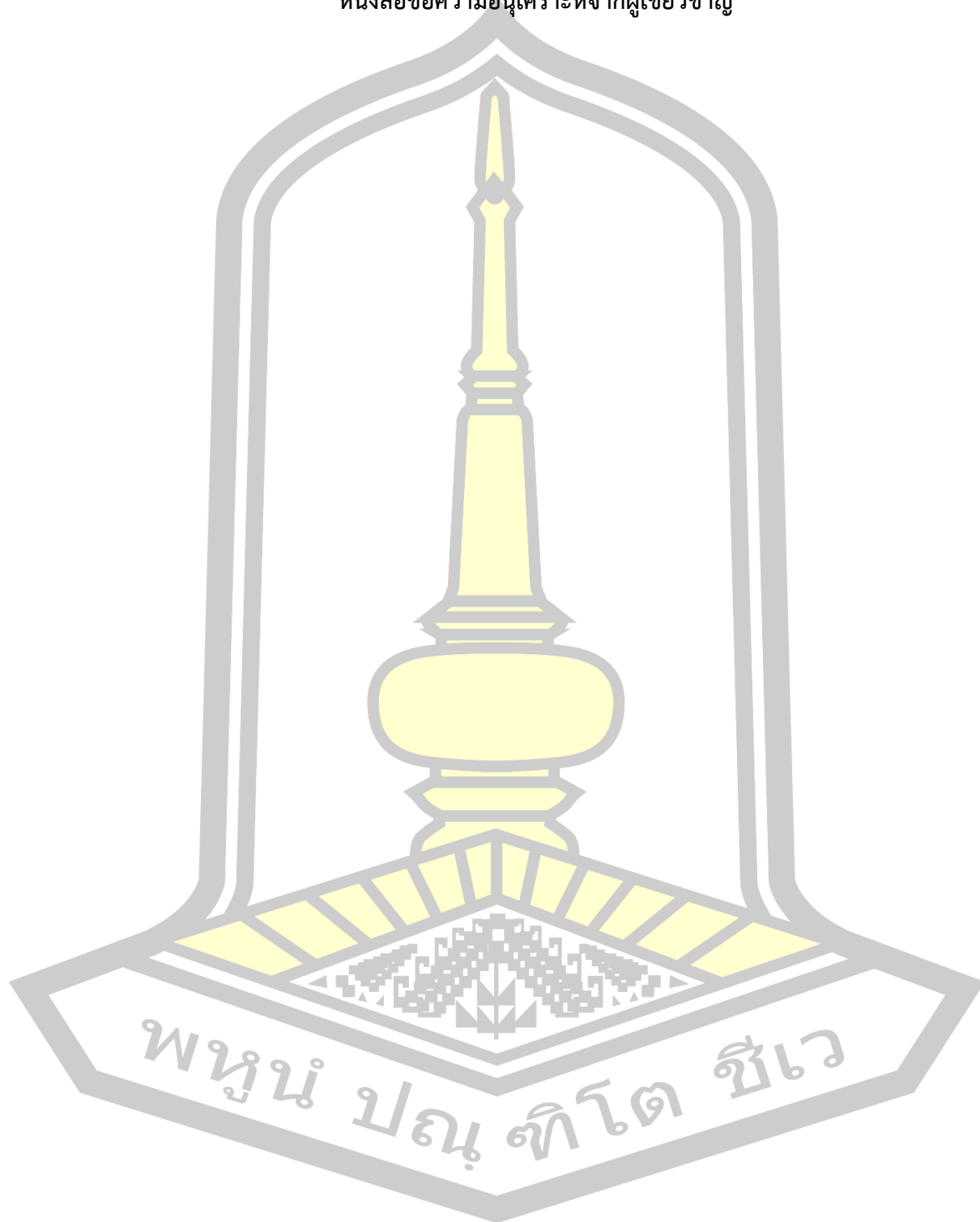


ตาราง 28 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์นักเรียน จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	0	0	0	1	1	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
3	1	0	1	1	1	5	0.80	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	0	1	4	0.80	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1.00	สอดคล้อง
8	0	0	0	1	1	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
9	0	0	0	1	1	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
10	0	0	1	0	1	2	0.40	ไม่สอดคล้อง



ภาคผนวก จ
หนังสือขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2) / วันที่ 28 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.นิภาพร ชุตินันต์

ด้วย นางสาวภัทราพร สุตร์รักษ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว302 วันที่ 28 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต บุญปก

ด้วย นางสาวภัทรพร สุตรีรักษ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บุญ ทัต



ที่ อว 0605.5(2)/ว295

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

28 มกราคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติกร นาคประสิทธิ์

ด้วย นางสาวภัทราพร สุศรีรักษ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0844003749



ที่ อว 0605.5(2)/ว295

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

28 มกราคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูภาณุวัฒน์ เกียรติินฤมล

ด้วย นางสาวภัทราพร สุครักษ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0844003749



ที่ อว 0605.5(2)/ว295

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

28 มกราคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน คุณครูจชัย จันทร์ปัญญา

ด้วย นางสาวภัทรพร สุตริภักษ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0844003749



ที่ อว 0605.5(2)/498

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

7 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือ

ด้วย นางสาวภัทราพร สุตรักษ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” เรื่องภาคตัดกรวย โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวภัทราพร สุตรักษ์ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการ ในขั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4374-3174
เบอร์โทรนิสิต 0844003749

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวภัทราพร สุตรีภักษ์
วันเกิด	วันที่ 27 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	59/5 หมู่ที่ 2 ชุมชนบ้านไผ่เก่า ตำบลบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น 40110
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัด ขอนแก่น พ.ศ. 2560 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2563 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนัน ปณุกิตโต ชีวะ