



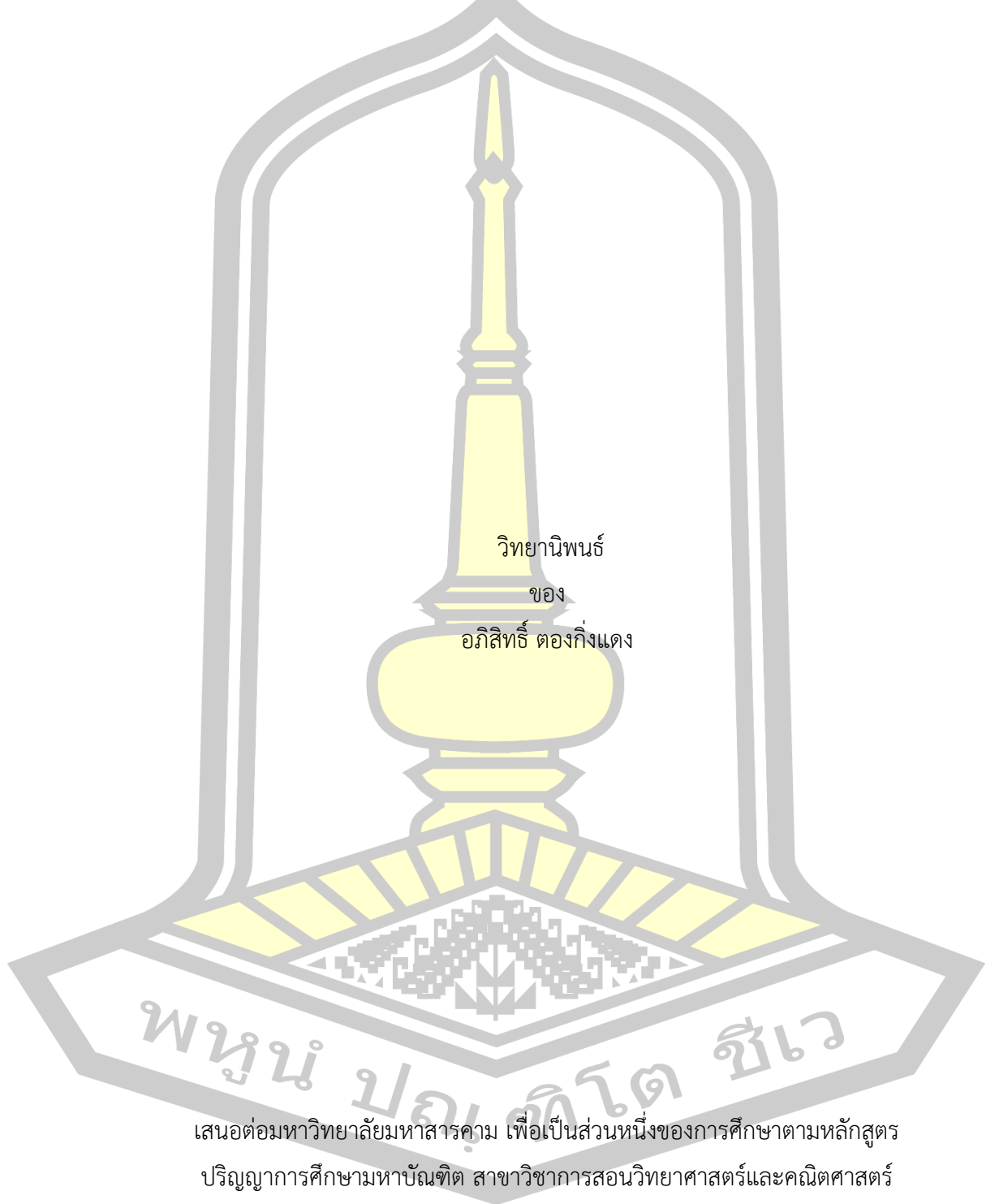
การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์
ของ
อภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ปีการศึกษา 2560

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

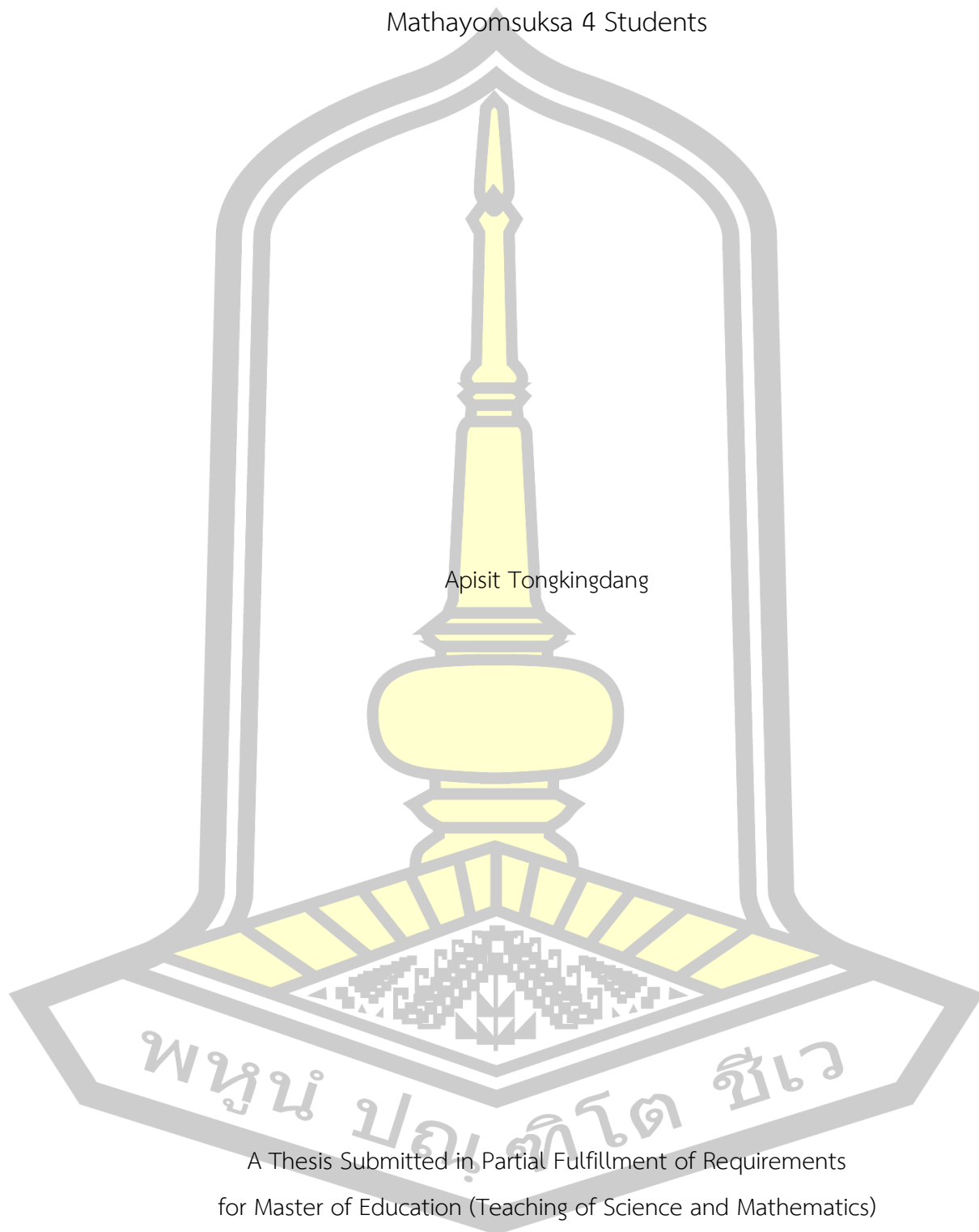


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ปีการศึกษา 2560

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Action Research to Enhance Mathematics Problem Solving Ability of
Mathayomsuksa 4 Students



Apisit Tongkingdang

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

Academic Year 2017

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(อ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. มนตรี ทองมูล)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมาน เอกพิมพ์)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาและคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริศิริ)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วัน.....เดือน.....ปี.....

ชื่อเรื่อง	การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
ผู้วิจัย	อภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีการศึกษา	2560

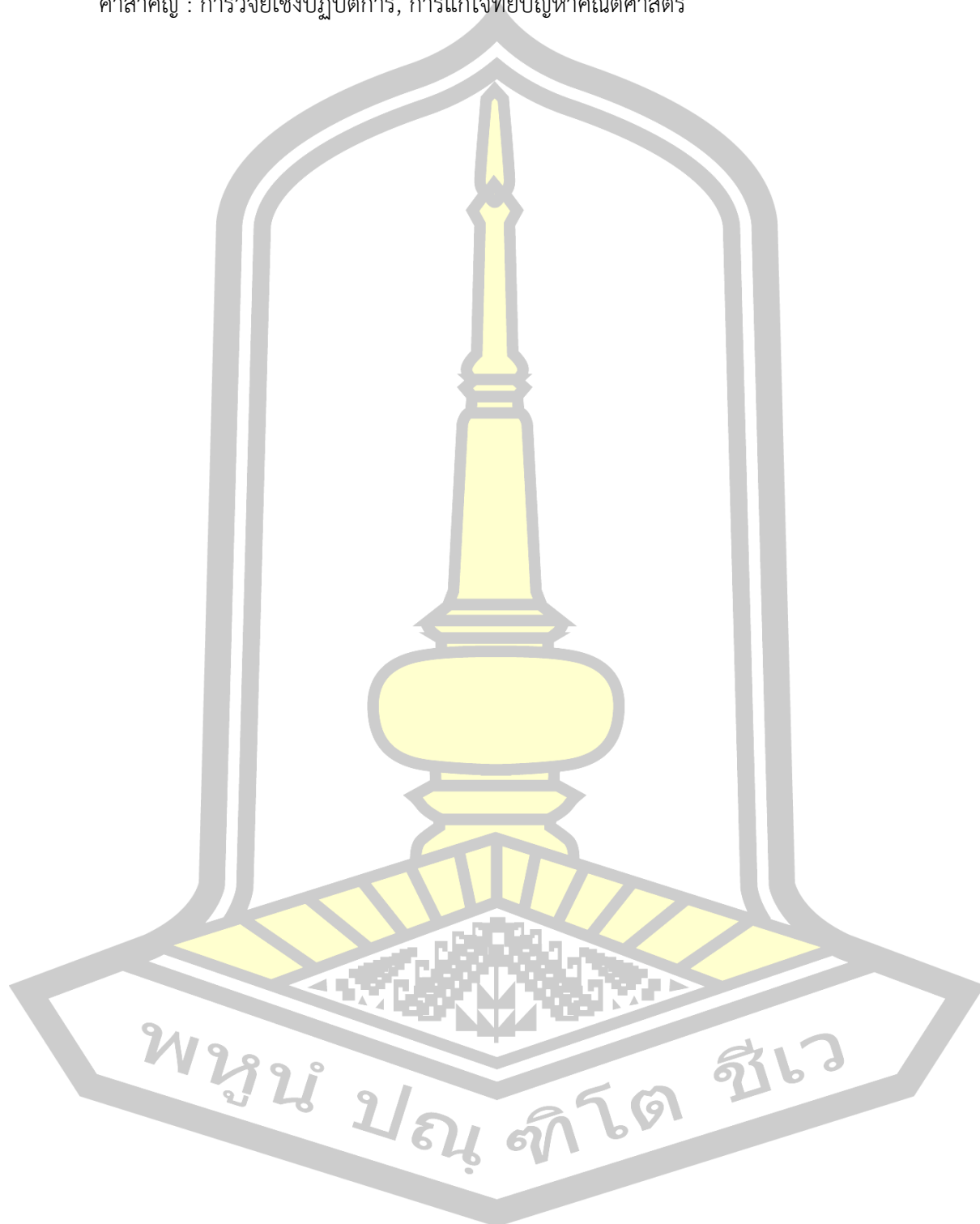
บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้อยู่ในระดับดีมาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคามภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 25560 จำนวน 47 คน รูปแบบการวิจัย คือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งประกอบด้วย 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากรับการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยมีกลุ่มเป้าหมายทั้งหมดจำนวน 47 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 12.77 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 43 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 55.32 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 45 คน และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 74.47 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 47 คน

คำสำคัญ : การวิจัยเชิงปฏิบัติการ, การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์



TITLE	The Action Research to Enhance Mathematics Problem Solving Ability of Mathayomsuksa 4 Students		
AUTHOR	Apisit Tongkingdang		
ADVISORS	Assistant Professor Montri Thongmoon , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2017

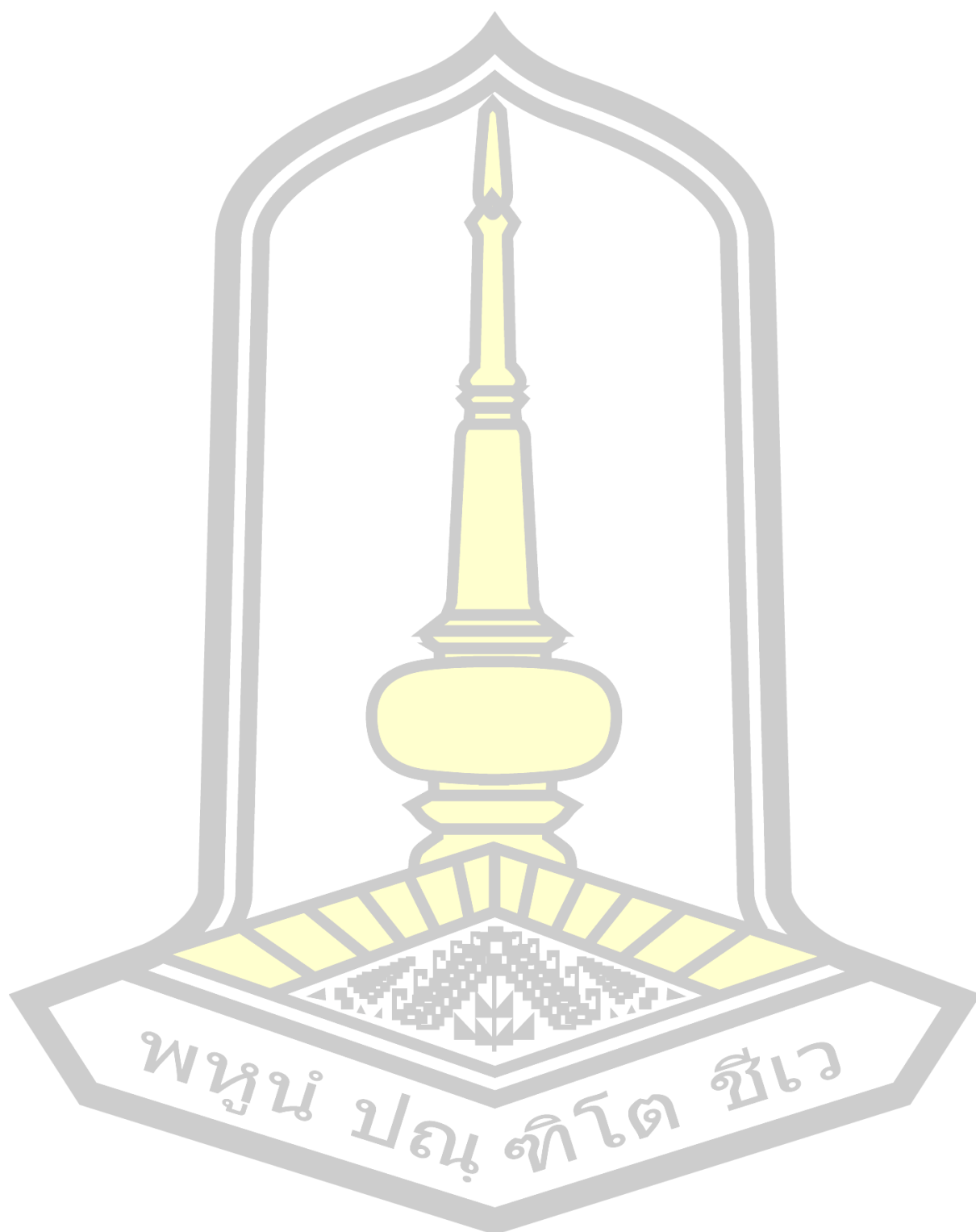
ABSTRACT

The objectives of this research were to improve mathematics problem solving ability of Mathayomsuksa 4 students at excellent level, the number of students at excellent level not less than 70 percent of the total number and all students passing the standard. The target group was 47 students of Mathayomsuksa 4/7 students in academic year 2017 from Sarakhampittayakhom School, Muang, Maharakham. The research methodology is classroom action research which compose of three cycles. The research tools consisted of 1) lesson plans to enhance mathematics problem solving ability, 2) mathematics problem solving ability test, 3) the observation form, 4) the interview. The data was analyzed by using mean, percentage, and standard deviation.

The result was follow

Mathematics problem solving ability of Mathayomsuksa students after learning with lesson plans to enhance mathematics problem solving ability of conic section. The numbers of students in the first cycle who was the excellent level at 6 accounted for 12.77% and students passing the standard was 43, the second cycle were 26 accounted for 55.32% and students passing the standard was 45 and the third cycle were 35 accounted for 74.47% and students passing the standard was 47.

Keyword : Action Research, Mathematics problem solving



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.กัญยารัตน์ สอนสุภาพ ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน กรรมการสอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน เอกพิมพ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตั้งแต่ต้น จนสำเร็จ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม คณะครูและนักเรียนโรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำการวิจัยและคอยอำนวยความสะดวกต่างๆ ทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ มารดา รวมทั้งญาติพี่น้องทุกคน และนิสิตสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รุ่นที่ 2 ครูหมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ความห่วงใย จนสามารถทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา บุรพจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่มีส่วนในความสำเร็จของการวิจัยในครั้งนี้

อภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง

พนุน ปณ ทัต ชีเว

สารบัญ

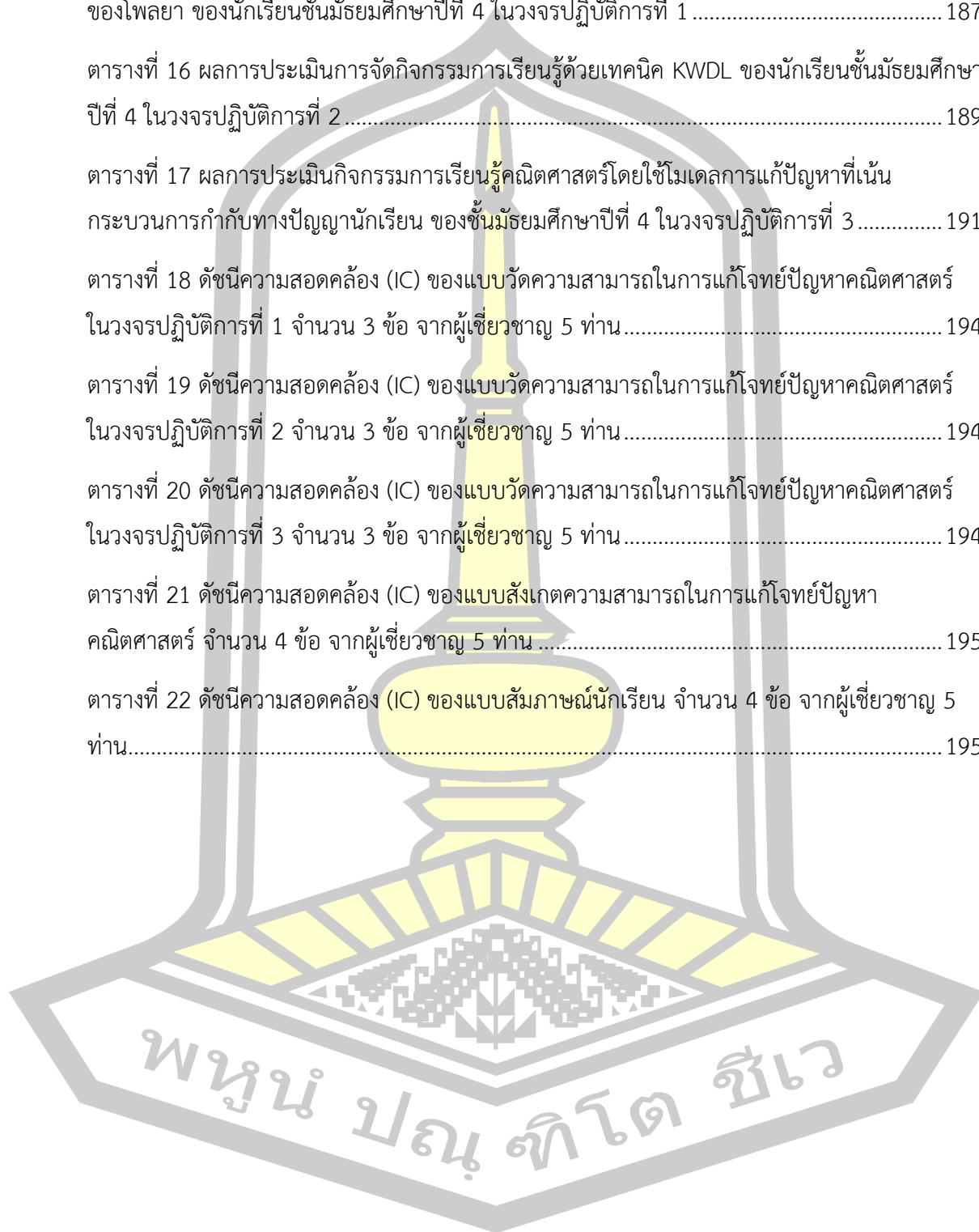
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	12
การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	15
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	51
การวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	58
การวิจัยในชั้นเรียน.....	60
โรงเรียนสารคามพิทยาคม.....	66
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	68
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	74

กลุ่มเป้าหมาย.....	74
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	77
รูปแบบของการวิจัย.....	97
การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	98
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	100
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	102
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	102
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	103
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	116
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	116
สรุปผล	116
อภิปรายผล.....	117
ข้อเสนอแนะ	123
บรรณานุกรม.....	124
ภาคผนวก.....	132
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	133
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	135
ภาคผนวก ค การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	186
ภาคผนวก ง ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	193
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ.....	196
ประวัติผู้เขียน.....	210

สารบัญตาราง

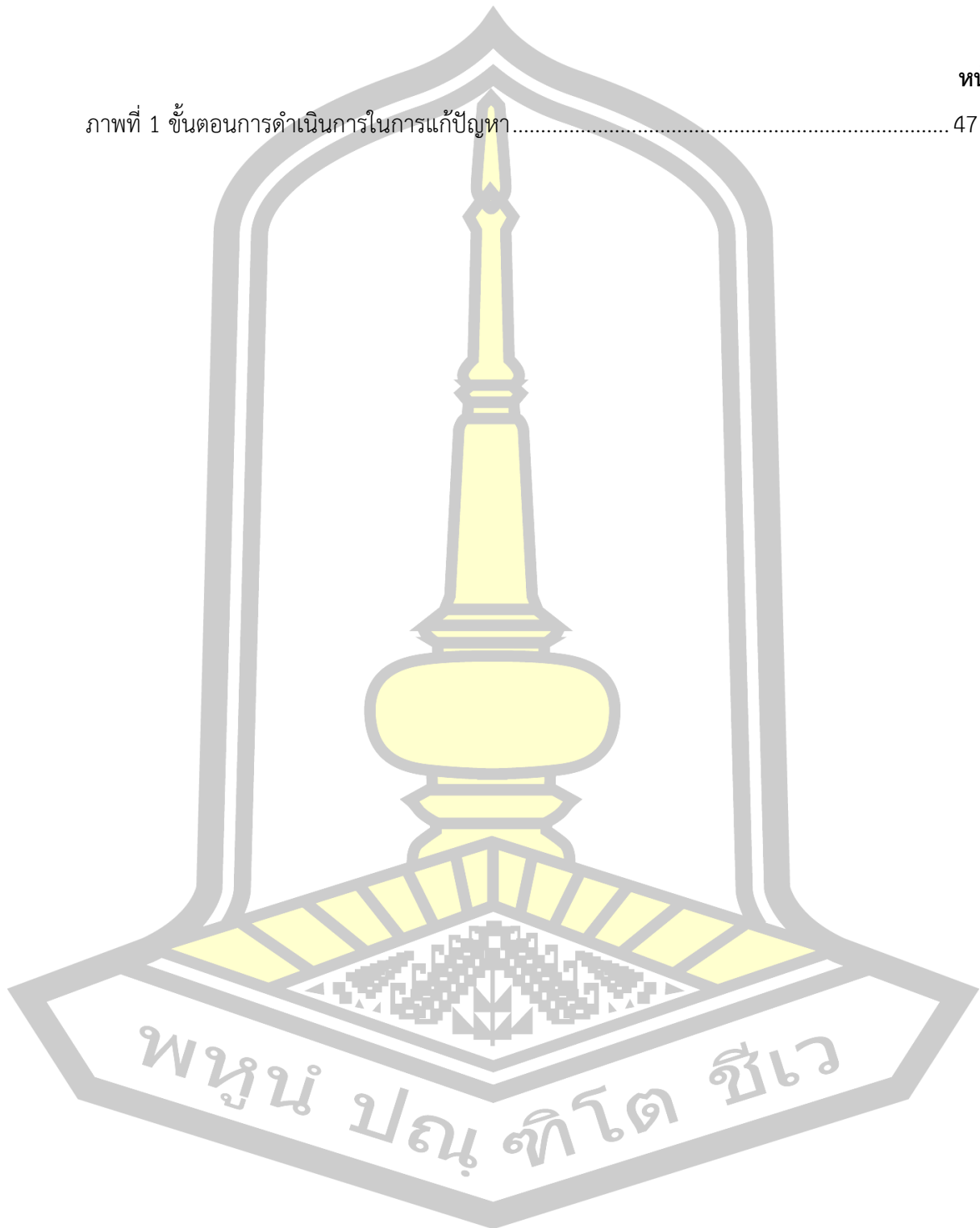
	หน้า
ตารางที่ 1 แผนผัง KWDL : โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	29
ตารางที่ 2 แผนผัง KWDL.....	32
ตารางที่ 3 เกณฑ์การแบ่งระดับนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	75
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 51 คน.....	75
ตารางที่ 5 ผลการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560.....	78
ตารางที่ 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ภาคตัดกรวย.....	80
ตารางที่ 7 พฤติกรรมบ่งชี้การมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน.....	93
ตารางที่ 8 ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อบ่งชี้การมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์.....	95
ตารางที่ 9 ประเด็นการสัมภาษณ์นักเรียนด้านการจัดการเรียนการสอน.....	96
ตารางที่ 10 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ภาคตัดกรวย.....	99
ตารางที่ 11 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D$) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	103
ตารางที่ 12 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D$) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	107
ตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D$) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	111
ตารางที่ 14 ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1,2 และ 3.....	114

ตารางที่ 15 ผลการประเมินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา ของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	187
ตารางที่ 16 ผลการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	189
ตารางที่ 17 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้น กระบวนการกำกับทางปัญญานักเรียน ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	191
ตารางที่ 18 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 3 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	194
ตารางที่ 19 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 3 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	194
ตารางที่ 20 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 3 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	194
ตารางที่ 21 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบสังเกตความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	195
ตารางที่ 22 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบสัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 4 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	195



สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการในการแก้ปัญหา.....	หน้า 47
--	---------



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ให้ความสำคัญในเรื่องของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับความรู้ด้านเนื้อหาสาระ ดังจะเห็นได้จากการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม และค่านิยม ดังนี้ 1) มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด พีชคณิต การ วิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ได้ 2) มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นโดยกำหนดเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ 5 ประการ ได้แก่ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ 3) มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบมีวิจารณญาณมีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีความพึงพอใจที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 8)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้เห็นความสำคัญของการพัฒนาผู้เรียนซึ่งเป็นกำลังของชาติ โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และทักษะพื้นฐานรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ดังนั้นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงมุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด คือ ผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตและความสามารถในการใช้

เทคโนโลยี โดยเฉพาะความสามารถในการคิดซึ่งเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบจัดเป็นความสามารถที่สำคัญประการหนึ่ง เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 3-4)

เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ ต้องอาศัยความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่างๆ เพื่อนำไปใช้แก้ไขปัญหา ซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิต และเนื่องจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการอย่างหนึ่ง ดังนั้นครูควรปลูกฝังให้นักเรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา แม้ว่าจะมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ แต่มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยที่ไม่รู้ว่าควรเริ่มต้นแก้ปัญหานั้นอย่างไร และจะดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไรต่อไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนไม่มีความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 4)

จากค่าสถิติผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2559 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 24.88 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) ประกอบกับผลการศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ.2558 (Trends in International Mathematics and Science Study 2015 [TIMSS, 2015]) ซึ่งมีประเทศเข้าร่วมทั้งหมด 39 ประเทศ ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยจัดอยู่ลำดับที่ 26 ของประเทศที่เข้าร่วมการประเมินและประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 431 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ (มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 400 - 474 คะแนน) และต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติที่กำหนดไว้ 500 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ได้รายงานผลการทดสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้ ปีการศึกษา 2557 มีคะแนนเฉลี่ย 21.74 คะแนน และปีการศึกษา 2558 มีคะแนนเฉลี่ย 24.98 คะแนน (โรงเรียนสารคามพิทยาคม, 2560) อีกทั้งเมื่อวิเคราะห์ในภาพรวมพบว่าคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก เนื่องจากยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) ทั้งนี้อาจเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือ นักเรียนบกพร่องในการอ่านและทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ไม่สามารถคิดคำนวณได้ถูกต้องแม่นยำ และนักเรียนขาดความเข้าใจกระบวนการหรือวิธีการแก้โจทย์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 6-11) เพื่อเป็นการยืนยันปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่อ้างอิงมาจากงานวิจัยของ มณีนรัตน์ พันธุดา (2556: 165-170) ซึ่งเป็นงานวิจัยที่

เกี่ยวกับการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยคำถามแบบปรนัยจำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 30 คะแนน โดยจะนำคะแนนที่ได้มาเทียบเป็นร้อยละเพื่อนำไปจัดระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งคะแนนจากแบบทดสอบถูกแบ่งออกเป็น 4 ระดับคือ คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ระดับดีมาก ดี พอใช้ ต้องปรับปรุง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 26) ซึ่งคะแนนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระดับดีมากมีจำนวน 4 คน ระดับดี 8 คน ระดับพอใช้ 17 คน และระดับต้องปรับปรุง 22 คน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะมีคะแนนอยู่ในระดับต้องปรับปรุงคือมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการจัดการเรียนการสอน

จากความสำคัญดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังขาดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถการแก้โจทย์ปัญหาได้ซึ่งเป็นจุดประสงค์หลักของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาเป็นทักษะกระบวนการที่เป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ แต่ในสภาพการณ์ที่เป็นอยู่ปัจจุบันพบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังอยู่ในระดับต่ำ ดังจะเห็นได้จากสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารคามพิทยาคม และจากการสัมภาษณ์นักเรียนและครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนส่วนมากไม่สามารถทำแบบฝึกหัดหรือโจทย์ปัญหา ได้เพราะนักเรียนไม่รู้ว่าจะต้องทำอะไรก่อน จะเริ่มต้นยังไงจึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ โดยนักเรียนกล่าวว่าวิธีการจัดการเรียนการสอนของครูนั้นยังไม่ค่อยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองแต่จะเป็นการที่ครูผู้สอนบอกให้ท่องจำมากกว่า อีกทั้งครูผู้สอนยังไม่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาเท่าที่ควร รวมไปถึงเนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นเนื้อหาที่ยากและเป็นนามธรรม สูตรต่างๆเยอะจึงทำให้นักเรียนเกิดความสับสนไม่เข้าใจอย่างแท้จริง

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นมาก และถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์เพราะช่วยฝึกกระบวนการคิด ให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาเป็น โดยสามารถเชื่อมโยงสาระความรู้ และทักษะในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนจะประสบสำเร็จหรือไม่ั้นกระบวนการแก้ปัญหาถือว่ามีความสำคัญ สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในด้านคณิตศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่งได้แก่ กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา โดย Polya (Polya, 1973: 213) ได้เสนอรูปแบบการสอนแบบแก้ปัญหายังเป็นระบบระเบียบมี ขั้นตอนชัดเจน คือ ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา ขั้นนี้เป็นการช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่พบว่า โจทย์กำหนดอะไรให้บ้างและสิ่งที่

กำหนด ให้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร มีเงื่อนไขอะไรบ้างในการที่จะใช้ช่วยหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สามารถวาดภาพประกอบการแก้ปัญหาได้หรือไม่ ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้อง รู้จักการวางแผนการแก้ปัญหาโดยจะคิดหาวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาว่าจะใช้วิธีการหรือหลักการใด มาคิดแก้ปัญหานั้นๆ ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน เมื่อวางแผนการแก้ปัญหาเสร็จแล้ว นักเรียน จะต้องดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้นั้น ขั้นที่ 4 การตรวจคำตอบหรือการมอย้อนกลับ เมื่อ นักเรียนแก้ปัญหาสำเร็จก็จะตรวจสอบดูว่าผลที่ได้นั้นถูกต้องมีความเป็นไปได้สำหรับโจทย์ปัญหานั้น หรือไม่ จะเห็นว่าการแก้ปัญหตามรูปแบบของ Polya มีขั้นตอนที่ชัดเจน ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิด แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนถ้านักเรียนได้ใช้การแก้ปัญหตามขั้นตอนของ Polya ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการสอนต่างๆ ในการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคเคดับเบิลยูดีแอลเป็นเทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างมีขั้นตอนและละเอียดรอบคอบทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจน และหาวิธีแก้ปัญหได้อย่างหลากหลายซึ่งเป็นผลให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่ง เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคได้พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ Ogle (1986: 341 อ้างอิงจาก วัชรรา เล่าเรียนดี, 2554: 130) ที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐานนั่นคือนักเรียนต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้น จากเทคนิค KWL เพื่อใช้สอนการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน KWL หรือ KWDL จะช่วยชี้แนะการคิดแนวทางในการอ่านและหาคำตอบของคำถามสำคัญต่าง ๆ จากเรื่องนั้นจากนั้น สามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ตามความต้องการเทคนิค KWDL มีขั้นตอนการทำงาน 4 ขั้น ซึ่งเทคนิค KWDL มาจากคำถามที่ว่า K: เรารู้อะไร (What we Know) W: เราต้องการรู้, ต้องการทราบอะไร (What we Want to know) D: เราทำ อะไร. อย่างไร (What we Do) L: เราเรียนรู้้อะไรจากการดำเนินการขั้น ที่ 3 (What we Learned)

การกำหนดขั้นตอนของเทคนิค KWDL คือการมีคำถามนำเพื่อให้ค้นหาข้อมูลของคำตอบตามที่ต้องการในแต่ละขั้นจะช่วยส่งเสริมการอ่านมากขึ้นโดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์การนำกระบวนการหรือเทคนิค KWDL ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง (วัชรรา เล่าเรียนดี, 2554 : 130) เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่ให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอนและละเอียดถี่ถ้วนทำให้นักเรียนทำความเข้าใจกับโจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจนและหาวิธีการแก้ปัญหได้อย่างหลากหลายอันเป็นผลให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวันของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลซึ่งเห็นได้จากขั้นตอนการแก้โจทย์ 4 ขั้นตอนได้แก่ขั้นตอนที่ 1 นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบเป็นขั้นที่นักเรียนอ่านโจทย์อย่างพินิจพิเคราะห์และรวบรวมสิ่งที่โจทย์กำหนดให้รวมทั้งอาจต้องใช้ความรู้เดิมที่ได้เรียนมา

ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือปัญหาของโจทย์เป็นขั้นที่ผู้เรียนเรียนต้องตอบคำถามให้ได้ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือปัญหาคืออะไรและเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ให้ได้ รวมถึงวางแผนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนแรกขั้นตอนที่ 3 นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาและเรียนรู้ ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาอย่างกระฉ่างชัดและขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปผลที่ได้จากการแก้ปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องสรุปการดำเนินการแก้ปัญหาคือต้องได้คำตอบของปัญหาและสามารถอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องจากขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวจะเห็นได้ว่านักเรียนได้ฝึกกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลายและรู้จักการคิดวิเคราะห์จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้นซึ่งโดยธรรมชาติของคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรมนักเรียนต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจตลอดจนทักษะทางการอ่านคิดวิเคราะห์และทักษะคณิตศาสตร์หลายอย่างประกอบกับโจทย์ปัญหาประกอบด้วยข้อความที่เป็นภาษาหนังสือและตัวเลขที่มีลักษณะเป็นนามธรรมไม่มีเครื่องหมายบอกคุณลักษณะนักเรียนจะต้องอ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจและหาความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนในโจทย์ปัญหาให้ได้จึงจะสามารถแก้ปัญหาและหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง (มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น, 2554: 2)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าหลักการ แนวคิดและทฤษฎีการสอนที่จะนำมาพัฒนากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา ตามรูปแบบของ ยิมเมอร์และแอลเลอร์ตัน (2010: 250) ซึ่งพัฒนามาจากกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญหน้ากับปัญหา (Engagement) ประกอบด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์เทียบกับปัญหาที่คุ้นเคย ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดกระบวนการแก้ปัญหา (Transformation-Formulation) ประกอบด้วย การวางแผนการแก้ปัญหา การตรวจสอบความเหมาะสมของแผน ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติ (Implementation) ประกอบด้วย การดำเนินการแก้ปัญหา การตรวจสอบการดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 4 ขั้นประเมิน (Evaluation) ประกอบด้วย การพิจารณาผลของการดำเนินการตามแผน การสรุปคำตอบ และขั้นที่ 5 ขั้นซึมซับทางความคิด (Internalisation) ประกอบด้วย การพิจารณาไตร่ตรอง การนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งในแต่ละขั้นจะเน้นให้มีการกำกับควบคุมตนเองอย่างมีสติ ตระหนักรู้ถึงขั้นตอนกระบวนการคิดต่างๆ ที่นำมาใช้ในระหว่างการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาเพื่อนำมาส่งเสริม

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนา
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้อยู่ในระดับดีมาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการศึกษาค้นคว้าจากการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย ซึ่งผลที่ได้จะมีประโยชน์ ดังนี้

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ภาคตัดกรวย
ของครูคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้จัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ทำให้
ผู้เรียนประสบความสำเร็จทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
2. เป็นข้อเสนอแนะทางการศึกษาเพื่อช่วยในการพัฒนา และศึกษาค้นคว้าวิจัยในการ
จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์และผู้สนใจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอ
เมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 47 คน ซึ่งผู้วิจัยพบว่าเป็นปัญหา
ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร และกลุ่มเป้าหมายกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่
ควรได้รับการแก้ปัญหาเป็นอันดับแรกเพราะเป็นนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งตัว
นักเรียนนั้นยังขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ขาดทักษะการคิดคำนวณซึ่งเป็น
ปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และอาจจะส่งผลต่อตัวของนักเรียนในอนาคตต่อไป

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 11
แผนการเรียนรู้ เวลาเรียน 11 ชั่วโมง

3. ระยะเวลาในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

ตัวแปร

ตัวแปรอิสระ วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

วงจรถับปฏิบัติกรที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

วงจรถับปฏิบัติกรที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

วงจรถับปฏิบัติกรที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา

ตัวแปรตาม ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเอง มีการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างมีระบบเป็นขั้นตอน โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม

เป็นขั้นตอนในการทบทวนความรู้พื้นฐาน เพื่อให้นักเรียนได้นำประสบการณ์เดิมมาใช้ก่อนที่จะได้รับการสอนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านสื่อการสอน ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยครูนำเอาโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ยกตัวอย่างแสดงวิธีแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลสนับสนุน

ขั้นที่ 3 สรุป

นักเรียนแต่ละคนสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนแล้วครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาสรุป พร้อมทั้งครูร่วมกับนักเรียนสรุปในประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจอีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ฝึกทักษะ

ได้นำกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มาร่วมเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุป นำมาใช้เกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจน กลายเป็นทักษะ มีขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบหรือมองย้อนกลับ

ขั้นที่ 5 นำความรู้ไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้จะนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้ถูกต้อง โดยการให้นักเรียนทำโจทย์ ปัญหาหรือแก้โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

ขั้นที่ 6 ประเมินผล

เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการใช้แบบฝึกทักษะ หรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอน และ ประเมินแบบสังเกต

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL หมายถึงการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL ในการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเป็นการทบทวนความรู้ที่จำเป็นต้องใช้และแจ้งจุดประสงค์ของการ เรียนในคาบนั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยครูนำเสนอเนื้อหาใหม่และนักเรียนร่วมกันอ่าน ตีความหมายโจทย์และแก้ปัญหาจากนั้นครูอธิบายการบันทึกข้อมูลต่างๆลงในแผนผัง KWDL เพื่อ เตรียมความพร้อมของนักเรียนในการทำกิจกรรมขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นฝึกทักษะเป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกทักษะจากแบบฝึกหัดที่ครู สร้างขึ้นโดยทำการแก้ปัญหาตามแผนผัง KWDL โดยใช้ขั้น KWD

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนลงในแผนผัง KWDL โดย บันทึกลงในขั้นสุดท้ายคือขั้น L

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการ กำกับทางปัญญา หมายถึง การเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหา โดยมี การกำกับและควบคุมตนเอง ตระหนักรู้ถึงขั้นตอน ทักษะ กลวิธีและแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการ

ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการตรวจสอบกระบวนการคิดที่นำมาใช้ในระหว่างการแก้ปัญหา และตรวจสอบผลที่เกิดจากการคิดของตนเองอย่างมีเป้าหมายและมีทิศทาง โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นนำ ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้วิธีการต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ในเนื้อหา รวมทั้งเตรียมความพร้อมให้แก่ นักเรียน โดยครูและนักเรียนช่วยกันทบทวนพื้นฐานความรู้ ที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียน หรือสอนทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร สมบัติต่างๆที่เกี่ยวข้อง

ขั้นสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามลำดับขั้นของ โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา โดยยิมเมอร์และแอลตันได้พัฒนาเป็นโมเดล การแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญหน้ากับปัญหา (Engagement) ประกอบด้วย

1.1 การทำความเข้าใจปัญหา

ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนทำความเข้าใจและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จากนั้นรวบรวมข้อมูลที่ได้เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1.2 การวิเคราะห์เทียบกับปัญหาที่คุ้นเคย

ครูให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่กำหนดว่า เคยแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะนี้มาก่อน หรือไม่ โดยให้ระบุว่าเคยแก้ปัญหานี้มาก่อนหรือไม่เคย รวมทั้งประเมินระดับความยากของปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องประเมินว่าปัญหามีระดับความยาก-ง่ายอยู่ใน ระดับใด

ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดกระบวนการ (Transformation- Formulation) ประกอบด้วย

2.1 การวางแผนการแก้ปัญหา

ครูให้นักเรียนวางแผนแก้ปัญหา โดยนำข้อมูลต่างๆ ที่มี อยู่มาใช้ในการ ออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยเลือกวิธีการหรือขั้นตอนหรือกลยุทธ์ต่างๆ ที่เหมาะสมกับการ แก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้ชัดเจน

2.2 การตรวจสอบความเหมาะสมของแผน

ครูให้นักเรียนพิจารณาความเหมาะสมของแผนที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดย นักเรียนต้องอ่านทบทวนแผนที่ใช้ และไตร่ตรองอย่างละเอียด วิธีการต่างๆ ที่ใช้มีความเหมาะสมกับ ปัญหาหรือไม่ รวมไปถึงพิจารณาความเป็นไปได้ของแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติ (Implementation) ประกอบด้วย

3.1 การดำเนินการแก้ปัญหา

ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้กำหนดไว้เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ โดยใช้ความรู้ มโนทัศน์ หลักการ ทางคณิตศาสตร์และกลยุทธ์ต่าง ๆ ในการดำเนินการ

3.2 การตรวจสอบการดำเนินการตามแผน

ครูให้นักเรียนตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นว่าเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่ หากไม่ตรงตามแผนที่วางไว้ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปดำเนินการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ประกอบด้วย

4.1 การพิจารณาผลของการดำเนินการตามแผน

ครูให้นักเรียนประเมินคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ รวมไปถึงการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ จากการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์

4.2 การสรุปคำตอบ

ครูให้นักเรียนตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธคำตอบที่ได้ จากการดำเนินการแก้ปัญหา จากนั้นเขียนสรุปคำตอบให้ สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและครบถ้วนสมบูรณ์

ขั้นที่ 5 ขั้นซึมซับทางความคิด (Internalisation) ประกอบด้วย

5.1 การพิจารณาไตร่ตรอง

ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับกระบวนการทั้งหมดที่ใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว อภิปรายถึง จุดเด่นและ/จุดด้อยของการดำเนินการแก้ปัญหา รวมทั้งประเมินความยาก-ง่ายของปัญหานั้นๆ

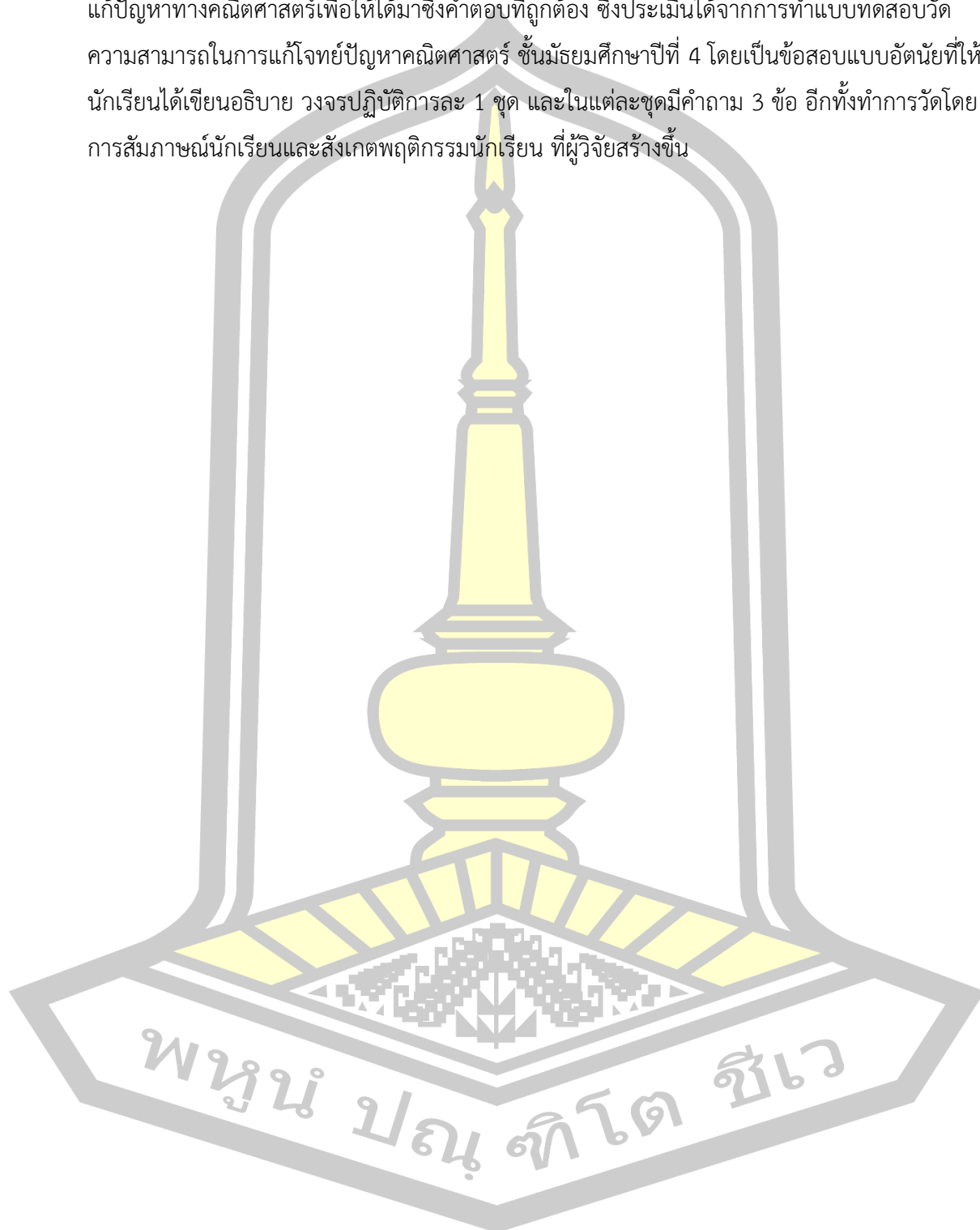
5.2 การนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ครูให้นักเรียนวิเคราะห์หาแนวทางการดำเนินการ แก้ปัญหาว่ามีแนวทางอื่นที่มีประสิทธิภาพมากกว่านี้หรือไม่ รวมทั้งสะท้อนระดับความพึงพอใจในการแก้ปัญหาและระดับความเชื่อมั่นของตนเองที่มีต่อการแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาดังกล่าว

ขั้นสรุป ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับภาพรวมของกระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมด ทั้งในด้านเนื้อหา ความรู้ต่างๆ มโนทัศน์ที่ได้และกระบวนการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการหรือขั้นตอนที่ผู้เรียนนำมาใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya โดยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบผลที่ได้ ด้วยการนำความรู้เดิม ประสบการณ์

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ประกอบกับความสามารถในการคิด วิเคราะห์ แสดงขั้นตอนการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่
นักเรียนได้เขียนอธิบาย วจรปฏิบัติการละ 1 ชุด และในแต่ละชุดมีคำถาม 3 ข้อ อีกทั้งทำการวัดโดย
การสัมภาษณ์นักเรียนและสังเกตพฤติกรรมนักเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
5. การวิจัยในชั้นเรียน
6. โรงเรียนสารคามพิทยาคม
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1. ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

2. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

2.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล

และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

2.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

2.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 4) ได้กำหนดสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 6) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน มีดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้
สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ระบุไว้ในคู่มือครูคณิตศาสตร์ หรือเรียกอีกอย่างว่าการเรียนรู้ตามรูปแบบปกติ โดย สสวท. เป็นหน่วยงานที่มีบทบาทในการปรับปรุง แก้ไข หลักสูตรการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครูคณิตศาสตร์ของ สสวท. นี้ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ทุกข้อตามหลักสูตร ถ้าครูจัดกระบวนการเรียนการสอนไม่สนองจุดประสงค์ของหลักสูตร นักเรียนก็จะได้แต่ความรู้ด้านเนื้อหาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของจุดประสงค์เท่านั้น

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สำลี ทองธวิ (2545: 45) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะไว้ว่า เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิด เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551 : 9) ได้ให้ความหมายการสืบเสาะ ไว้ว่า เป็นการสืบค้นหาความรู้โดยใช้กิจกรรมต่างๆ ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาและเป็นผลก่อให้เกิดความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548: 121) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะไว้ว่า เป็นวิธีการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเน้นการปฏิบัติจริง ใช้การสอนที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้จากกระบวนการคิด ซึ่งเป็นการสอนที่สำคัญ อยู่บนพื้นฐานของ Constructivism นั่นคือเน้นผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ที่อยู่ในความทรงจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างให้ได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์

วิภา ประชากุล และประสาธ เนืองเฉลิม (2554: 32) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะไว้ว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียน และยังสามารถประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ สู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง เป็นกระบวนการที่เน้นถ่ายโอนความรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิม ซึ่งจะทำให้ครูผู้สอนค้นพบว่าผู้เรียนต้องเรียนอะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาใหม่ นั้นจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง ได้ค้นหาวิธีการแก้ปัญหา และความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง มีการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ผ่านกระบวนการคิดอย่างมี เหตุผล

2. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

กรมวิชาการ (2545: 21) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตร

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐาน และมีทักษะการคิดคำนวณ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ควรเริ่มด้วยการจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริง ใช้รูปภาพ และใช้สัญลักษณ์ตามลำดับ การจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริงเป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนเรียนรู้จากการกระทำ หรือเรียกว่าการจัดประสบการณ์ระดับรูปธรรมส่วนมากการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปภาพ หรือเรียกว่าการจัดประสบการณ์ระดับรูปธรรม และการจัดกิจกรรมโดยใช้สัญลักษณ์ ซึ่งถือว่าเป็นประสบการณ์ระดับนามธรรม ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูควรพยายามมุ่งไปสู่การจัดประสบการณ์ระดับนามธรรมให้เร็วที่สุดตามความสามารถของนักเรียน และเมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจดีแล้ว ต้องมีการฝึกฝนเพื่อให้เกิดความชำนาญแม่นยำและรวดเร็วในการคิดคำนวณ การฝึกหัดจากหนังสือแบบเรียน จากบัตรงาน หรือจากแบบฝึกหัดที่ครูคิดขึ้นเอง หรือจากกิจกรรมประเภทต่างๆ เช่น การฝึกคิดเลขเร็ว การเล่นเกม การฝึกทักษะ การคิดคำนวณโดยมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงดังต่อไปนี้

- 1.1 การฝึกทักษะควรทำหลังจากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ แล้ว
- 1.2 การฝึกควรฝึกในช่วงเวลาไม่มากนักแต่ควรทำบ่อยๆ
- 1.3 การฝึกควรใช้กิจกรรมการฝึกหลายๆ แบบ
- 1.4 การฝึกควรเริ่มจากง่ายไปหายาก
- 1.5 การฝึกควรให้น่าสนใจ และท้าทายความสามารถ
- 1.6 การฝึกควรให้เหมาะสมตามความสามารถของนักเรียนแต่ละคน ดังนั้นนักเรียนทุกคนจึงไม่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนจากแบบเดียวกัน

2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดออกมาอย่างเป็นระเบียบ ชัดเจน และรัดกุม คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้างเป็นระบบ และมีความเป็นเหตุเป็นผลอยู่ในตัวเอง ด้วยเหตุนี้คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาหนึ่งที่ช่วยฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลได้เป็นอย่างดี ครูผู้สอนจึงไม่ควรละเลยคุณค่าของคณิตศาสตร์ในข้อนี้ และควรสอดแทรกในการสอนทุกครั้งเท่าที่โอกาส โดยวิธีการต่างๆ หรือใช้คำถามประเภท ทำไม เพราะเหตุใด จงยกตัวอย่าง จริงหรือไม่ว่า เป็นต้น การฝึกให้นักเรียนได้คิดและให้เหตุผลบ่อยๆ ย่อมจะช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลมีผลของนักเรียน ครูจะต้องให้เวลาในการคิดกับนักเรียนพอสมควร ไม่รีบร้อนตอบคำถามเสียเอง ถ้าเห็นว่านักเรียนยังมองไม่เห็นวิธีการหาคำตอบอาจให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ทั้งนี้ก็เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาอีกส่วนหนึ่งที่นับว่าสำคัญตามมาก็คือ การแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีระเบียบชัดเจนและรัดกุม

ในการทำแบบฝึกหัดจะมีส่วนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมา ครูควรดูแลการใช้ภาษาที่ชัดเจน กะทัดรัดและรัดกุมด้วย

3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ในหลักสูตรประถมศึกษาเป็นเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันเป็นส่วนมาก เช่น เรื่อง การคาดคะเน การประมาณจำนวน การคิดคำนวณเกี่ยวกับเงิน เวลา การวัด ถ้าครูไม่จัดกิจกรรมเพื่อ เชื่อมโยงการใช้ความรู้เหล่านี้ในชีวิตประจำวันมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม เช่น การให้แลกเงิน หรือซื้อขายที่มีการทอนเงิน จัดนักเรียนให้ไว้วัดความยาว ได้ชั่งน้ำหนัก ในเรื่องการบวก การลบ การ คูณ และการหาร ควรนำโจทย์จากชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนได้คิด เพื่อให้ได้เห็นว่าแนวทางในการ นำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนรู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ในด้านการ ปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นเช่นเดียวกับการพัฒนาความรู้ความ เข้าใจในเนื้อหาวิชา ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูจึงควรให้ความสนใจ ด้วยว่ากิจกรรมเหล่านั้นมีผลต่อเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนในทางบวกหรือทางลบ ถ้าจะให้ผล ทางลบครูควรหลีกเลี่ยง

4.สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิด และทักษะที่ได้จากการ เรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน หลักสูตรประถมศึกษาวิชา คณิตศาสตร์จัดไว้ในกลุ่มทักษะ ซึ่งเป็นกลุ่มที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ แสดงว่าในการเรียนรู้เรื่อง ต่างๆ หลายๆเรื่องต้องอาศัยคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับสหกรณ์ต้องใช้ความรู้ ทางด้านการคิดคำนวณ ในการเรียนรู้เกี่ยวกับการประดิษฐ์ต้องใช้ความรู้ด้านการวัด เป็นต้น

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 12) การจัดการเรียน การสอนต้องคำนึงถึงขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ได้กำหนดลำดับขั้นตอนการสอนไว้ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

เป็นขั้นตอนเตรียมพร้อมนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมา ก่อนแล้วกับความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกันหรือให้สัมพันธ์กัน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องที่สนใจ อาจเกิดจากความสงสัยหรือความสนใจของนักเรียน

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นตอนการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ โดยการใช้ของจริง เป็นสิ่งที่เป็นรูปธรรม การใช้รูปภาพ ของจำลอง และสื่อต่างๆ การใช้สัญลักษณ์ โดยหลังจากที่นักเรียนเห็นการใช้ของจริง แล้ว ครูจะอธิบายการใช้สัญลักษณ์แทนสื่อต่างๆ เหล่านั้น ให้อตัวอย่าง สนทนาถามตอบ ทำกิจกรรม

การเรียนรู้ต่างๆ ใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ ให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ตามวัตถุประสงค์กำหนด

3. ขั้นสรุป

ก่อนสรุป ครูต้องตรวจสอบนักเรียนว่าเข้าใจเนื้อหาใหม่ที่สอนหรือไม่ ถ้ายังไม่เข้าใจอาจต้องทบทวนหรือเริ่มสอนใหม่ ถ้านักเรียนเข้าใจดีแล้ว อาจแนะนำเทคนิควิธีลัดต่างๆ และในการสรุปควรให้ผู้เรียนเป็นผู้สรุปองค์ความรู้เอง โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ

4. ขั้นฝึกทักษะ

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุปมาฝึกฝนให้นักเรียนเกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจนกลายเป็นทักษะ โดยเป็นการฝึกฝนจากการทำโจทย์ ทำแบบฝึกหัด หรือใช้เกมคณิตศาสตร์มาให้นักเรียนก็ได้

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจเนื้อหาแล้ว จะเป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือแก้โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

6. ขั้นประเมินผล

เป็นขั้นตอนการประเมินกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นแบบอัตนัยและปรนัยว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง และมากน้อยเพียงใด บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ต้องสอนเสริม ถ้าได้ก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

กรมวิชาการ (2542: 9) รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีหลายรูปแบบในที่นี้จะกล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีรูปแบบโครงสร้างและองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม เพื่อนำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้วเป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ทั้งเป็นการเชื่อมต่อกับความรู้เดิมและความรู้ใหม่จะทำให้เด็กเกิดความเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่จะสอนใหม่ ควรจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้เนื้อหาใหม่โดยจัดลำดับดังนี้ ให้ประสบการณ์จากของจริง จัดกิจกรรมโดยใช้ภาพ จัดกิจกรรมโดยใช้สัญลักษณ์

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบ ดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาใหม่หรือไม่ ถ้าไม่แน่ใจต้องทบทวน ถ้าเข้าใจแล้วร่วมกันสรุปเป็นวิธีลัด เพื่อนำไปใช้

ขั้นที่ 4 เมื่อนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีคำนวณแล้วให้ฝึกทักษะจากหนังสือเรียนหรือบัตรงาน

ขั้นที่ 5 นำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นเชื่อมโยงตัวเลขให้สัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 6 ประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าผ่านตามจุดประสงค์หรือไม่ ถ้าผ่านก็เรียนเนื้อหาต่อไป ถ้าไม่ผ่านก็สอนซ่อมเสริม

กัญญา โปธิวัฒน์ (2542: 62) ลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียน กิจกรรมที่จัดนั้นเริ่มจาก

2.1 ใช้ของจริงประกอบการสอน หมายถึง ครูและนักเรียนหาอุปกรณ์ที่เป็นของจริงมาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น ก้อนหิน หลอดดูด ฯลฯ เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้ว ก็ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดด้วยวาจา โดยใช้อุปกรณ์ที่เป็นของจริงเป็นเครื่องมือการเรียนรู้

2.2 ใช้ภาพประกอบการสอนในเนื้อหาเดียวกัน ครูเปลี่ยนเครื่องมือการเรียนรู้จากของจริงมาเป็นรูปภาพ เมื่อนักเรียนเข้าใจแล้วให้ทำแบบฝึกหัดจากรูปภาพ

2.3 ใช้สัญลักษณ์ หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้จากขั้นใช้ของจริงและรูปภาพประกอบการสอนแล้ว ครูอธิบายสัญลักษณ์ได้แก่ ตัวเลข เครื่องหมาย และอธิบายการใช้ประโยคสัญลักษณ์ ในขั้นนี้อาจใช้บัตรคำ บัตรตัวเลข บัตรเครื่องหมายประกอบการอธิบาย

ขั้นที่ 3 เป็นการสรุปให้เป็นวิธีลัด การนำเสนอการสอนขั้นนี้ ครูควรสร้างแบบให้นักเรียนสังเกต แล้วให้นักเรียนช่วยสรุปเป็นวิธีลัด

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีลัดแล้ว ครูให้นักเรียนฝึกทักษะโดยทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือบัตรงาน

ขั้นที่ 5 เป็นการนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น ในขั้นนี้ ครูควรมีความคาดหวังว่า นักเรียนจะต้องมีทักษะในการคิดคำนวณแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีความคิดรวบยอดและหลักการในแต่ละเรื่องอย่างถูกต้อง และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตในสังคมได้

ขั้นที่ 6 เป็นขั้นประเมินผล การตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการนำโจทย์ในเรื่องที่สอนมาทดสอบ ถ้าทำไม่ได้ต้องสอนซ่อมเสริมให้ ถ้าทำได้ก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

จรรยา อาจหาญ (2549: 76) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชา คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา โดยคำนึงถึงขั้นตอนการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งแสดงเป็นขั้นตอน ใหญ่ๆ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะ เรียนเนื้อหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอที่จะเรียนรู้เนื้อหาใหม่
2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยเริ่มจาก
 - 2.1 ใช้ของจริง เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงหรือมี รูปธรรมประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปนำไปสู่นามธรรม
 - 2.2 ใช้รูปภาพ เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากภาพ หรือเรียก การจัดประสบการณ์ถึงรูปธรรม
 - 2.3 ใช้สัญลักษณ์ เป็นการจัดประสบการณ์ระดับนามธรรม หลังจากผู้เรียน ปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ของจริงและโดยรูปภาพแล้ว ผู้สอนจะใช้ตัวเลขหรือเครื่องหมายหรือประโยค สัญลักษณ์แทนเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างประโยคสัญลักษณ์และข้อความ
3. ขั้นสรุปเป็นวิธีลัด ให้ผู้เรียนสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมแล้วสรุปนำไปสู่วิธี ลัด เพื่อสะดวกในการนำไปใช้ต่อไป
4. ขั้นฝึกทักษะ เมื่อผู้เรียนสรุปหลักการได้แล้ว จึงให้ผู้เรียนฝึกทักษะด้วยการทำ แบบฝึกหัดจากหนังสือเรียน หรือแบบฝึกหัดที่ผู้สอนสร้างขึ้น
5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ในวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องหรือในสถานการณ์อื่น โดยผู้เรียนทำโจทย์ปัญหาหรือกิจกรรมที่มักพบใน ชีวิตประจำวัน

6. ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า ผู้เรียนบรรลุตาม วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ อาจตรวจสอบจากการทำแบบฝึกหัด จากการอภิปรายจาก การซักถาม ถ้าพบว่าผู้เรียนยังมีข้อบกพร่อง ผู้สอนต้องทำการซ่อมเสริมก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 15) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของสถาบัน ส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 6 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยง ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน
2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นการสอนเนื้อหาใหม่ที่ยังไม่เคยเรียนมาก่อน
3. ขั้นสรุป เป็นการสรุปหลักเกณฑ์ แนวคิดการนำไปสู่วิธีลัด โดยนักเรียนช่วยกัน สรุปโดยครูคอยให้คำชี้แนะ

4. **ขั้นฝึกทักษะ** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องฝึกทักษะจากบทเรียน ด้วยวิธีการต่างๆ

5. **ขั้นนำความรู้ไปใช้** เป็นขั้นตอนซึ่งนักเรียนทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงที่ประสบอยู่ ทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับสาระอื่นๆ

6. **ขั้นประเมินผล** เป็นขั้นตอนซึ่งครูนำเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้มาทดสอบ หากทำไม่ได้ให้จัดซ่อมเสริม และถ้าผ่านการประเมินก็สอนเนื้อหาใหม่ต่อไป

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวทางของ สสวท. โดยสรุปขั้นตอนดังนี้

1. **ขั้นทบทวนความรู้เดิม**

เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ โดยยกสถานการณ์ปัญหา ให้ตัวอย่าง สนทนาถามตอบ ในสิ่งที่เรียนแล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเตรียมพร้อมในการเรียนในชั่วโมง

2. **ขั้นสอนเนื้อหาใหม่**

เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านการใช้สื่อ ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา และการแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ โดยครูนำเอาโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ให้นักเรียน

3. **ขั้นสรุป**

นักเรียนแต่ละคนสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนแล้วครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาสรุป พร้อมทั้งครูร่วมกับนักเรียนสรุปในประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจอีกครั้ง

4. **ขั้นฝึกทักษะ**

เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุป นำมาใช้เกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจนกลายเป็นทักษะ โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะท้ายเรื่องในบทเรียนโดยตรง และโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์อื่นที่แตกต่างจากตัวอย่างที่ให้

5. **ขั้นนำความรู้ไปใช้**

เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้จะนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้ถูกต้อง โดยการให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือแก้โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

6. **ขั้นประเมินผล**

เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการใช้แบบฝึกทักษะ หรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอน และประเมินแบบสังเกต

กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya)

1. แนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

Polya (1973: 39 อ้างอิงจาก ฉวีวรรณ เศวตมาลย์, 2554: 8) นักคณิตศาสตร์ชาวฮังการี เป็นผู้เสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งถูกจัดว่าเป็นต้นแบบในการสอนแก้ปัญหา และมีผู้นำวิธีการของเขามาใช้ในปัจจุบันอย่างแพร่หลาย เขาได้เสนอวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ในหนังสือ How to Solve It ซึ่งได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1945 และมีการตีพิมพ์อีกหลายครั้ง ซึ่งมีผู้นำไปแปลเป็นภาษาต่างๆ ถึง 18 ภาษาสำหรับโพลยาแล้ว “การแก้ปัญหา” คือสาระสำคัญของคณิตศาสตร์และ “การสอนให้นักเรียนคิด” คือความสำคัญเบื้องต้น “คิดอย่างไร” คือสาระที่วางรากฐานอย่างมากของการสืบเสาะและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างแท้จริงอย่างไรก็ตาม ในความพยายามที่จะสอนนักเรียนให้นักเรียน “คิดอย่างไร” ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ต้องระมัดระวังไม่ให้กลายเป็นการแปลงไปสู่การสอน “คิดอย่างไร” หรือ “ทำอะไร” ซึ่งเป็นผลจากการเน้นความรู้ที่เป็นขั้นตอนวิธีการในการแก้ปัญหา ดังที่เห็นอยู่ทั่วไปในแบบเรียนคณิตศาสตร์และโจทย์แบบฝึกหัด

Piaget (1998: 5 อ้างอิงจาก สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2553: 58-59) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาซึ่งทฤษฎีนี้ถือว่าเป็นพื้นฐานของแนวคิดการสร้างความรู้ซึ่งเพียงเจตได้แบ่งขั้นของการพัฒนาการทางสติปัญญาไว้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ขวบ เรียกว่า Sensorimotor Stage หรือขั้นที่เรียนรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสและกล้ามเนื้อ ขั้นที่ 2 อายุ 2-7 ปี เรียกว่า Preoperational Stage หรือขั้นเตรียมเพื่อใช้งาน ขั้นที่ 3 อายุ 7-11 ปี เรียกว่า Concrete Stage หรือขั้นใช้งานอย่างเป็นแบบแผน ซึ่งการพัฒนาการของเด็กจะเป็นไปตามลำดับขั้นและจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากระดับต่ำไปสู่ระดับสูง โดยไม่มีการกระโดดข้ามขั้นแต่บางช่วงอาจเกิดขึ้นช้าหรือเร็วได้และพัฒนาการทางสติปัญญาจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมใน 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) หรือการผสมผสาน หมายถึง การซึมซับประสบการณ์ที่ได้มาให้เข้าไปในโครงสร้างของสติปัญญา (Cognivestruce) ของเด็ก ลักษณะที่ 2 การปรับโครงสร้างของสติปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ หลักการที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ภาวะที่สมดุล หมายถึง การที่บุคคลแต่ละคนจะต้องปรับปรุงความสมดุลทางสติปัญญาจากขั้นต่ำไปหาขั้นสูงกว่าโดยใช้การซึมซับประสบการณ์และการปรับปรุงโครงสร้างทางสติปัญญาทั้งสองอย่างรวมทั้งการปรับสมดุลเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกคนเพื่อการพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงขึ้นต่อไป

สรุปได้ว่า แนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา คือ การแก้ปัญหาคือหัวใจสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ การสอนให้นักเรียนรู้จักคิดหาวิธีแก้ปัญหาคือความสำคัญอันดับแรก เป็นการวางรากฐานให้นักเรียนเกิดการสืบเสาะและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างแท้จริงและเหมาะสมกับพัฒนาการทางสติปัญญาของช่วงวัย

2. ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา ในการแก้ปัญหาจะต้องมีการวางแผนการรวบรวมข้อมูลต่างๆ การกำหนดสารสนเทศที่ต้องการเพิ่มเติม มีการแสดงความคิดเห็นเสนอแนะแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป (สิริพร ทิพย์คง, 2545: 39) ดังนั้นการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องนั้นจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการคิดที่มีประสิทธิภาพการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ก็เหมือนกับการแก้โจทย์ปัญหาทั่วไปการจัดลำดับขั้นตอนในการคิดหาคำตอบที่โจทย์ถามนั้นเป็นกระบวนการคิดที่ทำให้ได้คำตอบที่โจทย์ต้องการผู้วิจัยขอนำเสนอรายละเอียดที่มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ดังนี้

Troutman & Lithtenberg (1995: 4-7 อ้างอิงจาก ณัฐพร โพธิ์เอี่ยม, 2550: 73) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาหกขั้นตอน ซึ่งพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องทำความเข้าใจและมีความรู้ในสิ่งต่างๆ ในปัญหาอย่างลึกซึ้ง
2. กำหนดแผนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาคควรกำหนดหลาย ๆ แผนหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อเปรียบเทียบและเลือกแผนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหา
3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้
4. ประเมินแผนและคำตอบ ขั้นตอนนี้ให้พิจารณาว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับปัญหาและมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ และอาจลองแก้ปัญหาด้วยแผนหรือยุทธวิธีอื่น ๆ
5. ขยายปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหารูปแบบทั่วไปของคำตอบหรือเข้าใจโครงสร้างของปัญหาอย่างชัดเจนจึงจะขยายปัญหาได้ การขยายปัญหาอาจทำได้โดยเขียนปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิมหรือเสนอปัญหาใหม่
6. บันทึกการแก้ปัญหา เป็นการบันทึกการทำงานในทุกขั้นตอน เพื่อเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาครั้งต่อไป

Polya (1985: 46 อ้างอิงจาก อัมพร ม้าคนอง, 2553: 41) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือผลเฉลยที่เป็นเหตุเป็นผลจากการแก้ปัญหา ขั้นตอนของกระบวนการดังกล่าวมี 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem)

ขั้นนี้ เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยอาจหาว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร จะแก้ปัญหตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอที่จะหาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ ในขั้นนี้ การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วนย่อย ๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาดีขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนงาน (Devising a plan)

ขั้นนี้ เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหากับสิ่งที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันทีอาจต้องใช้ปัญหาอื่นช่วยเพื่อให้ได้แผนงานแก้ปัญหานั้นที่สุดผู้แก้ปัญหอาจเริ่มต้นด้วยการคิดว่าตนเคยเห็นปัญหาลักษณะนี้จากที่ไหนมาก่อนหรือไม่หรือเคยเห็นปัญหาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันนี้หรือไม่จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดแก้ปัญหจะแก้ปัญหส่วนใดได้ก่อนบ้างจะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่เพื่อให้สิ่งที่ต้องการทราบกับข้อมูลที่มีอยู่สัมพันธ์กันมากขึ้นได้หรือไม่ได้ใช้ข้อมูลและเงื่อนไขที่มีอยู่อย่างเหมาะสมแล้วหรือยัง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan)

ขั้นนี้ เป็นการลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อยๆ ของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่จะแน่ใจได้อย่างไรเป็นการกำกับการทำงานตามแผน

ขั้นที่ 4 การตรวจย้อนกลับ (Looking back)

ขั้นนี้ เป็นการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญห

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกระบวนการของโพลยานับเป็นสิ่งที่ทั้งผู้สอนและผู้เรียนคุ้นเคยและถูกใช้มานานมากในการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งในทางปฏิบัติการดำเนินการตามกระบวนการนี้มักทำเพียงบางขั้นตอนเนื่องจากมีข้อจำกัดของเวลาและปัจจัยอื่นๆ ทำให้ต้องยุบรวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน เช่น รวมขั้นการวางแผนงานและขั้นการดำเนินการตามแผนเข้าด้วยกันหรือทำบางขั้นตอนให้กระชับขึ้น เช่น ตรวจสอบเพียงความสมเหตุสมผลในขั้นตรวจย้อนกลับทั้งนี้เพื่อให้การแก้ปัญหามีความกระชับและรวดเร็วขึ้นและไม่ให้ผู้เรียนรู้สึกว่าการแก้ปัญหเป็นสิ่งที่ซับซ้อน กระบวนการแก้ปัญหของโพลยาเป็นกระบวนการที่มีประโยชน์มากเนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนมีหลักคิด ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ มีการวางแผนและกำกับการทำงานอย่างต่อเนื่อง

สิริพร ทิพย์คง (2545: 112-113) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา (George Polya ระหว่างปี ค.ศ. 1887-1985) มีทั้ง 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โดยเข้าใจว่าโจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไร

2. **ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา** เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ถาม

3. **ขั้นดำเนินการตามแผน** เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยต้องตรวจสอบด้วยว่าแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติถูกต้องหรือไม่

4. **ขั้นตรวจสอบ** เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีการอื่นๆ อีกหรือไม่แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่

เสรี ทองลอย (2549: 1-2) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ต้องเข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูลอะไรคือเงื่อนไข เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอหรือไม่ผู้เรียนสามารถเขียนหรือวาดรูปแยกเงื่อนไขออกเป็นส่วนๆ ได้หรือไม่

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งไม่รู้ ถ้าไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ควรอาศัยหลักการวางแผนดังนี้

2.1 ผู้เรียนเคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่หรือเคยพบปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหานี้ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่

2.2 ผู้เรียนรู้ว่าปัญหาสัมพันธ์กับอะไรหรือไม่และรู้ทฤษฎีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหานี้หรือไม่

2.3 พิจารณาสິงที่ไม่รู้ในปัญหาและพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยที่มีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนหรือคล้ายกับปัญหานี้และพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหานี้มาใช้กับการแก้ปัญหที่กำลัง กำลัง จะแก้ได้หรือไม่

2.4 ควรอ่านปัญหาอีกครั้งและวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นของการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้และตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนที่ดำเนินการว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบขั้นตอนที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ สามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีอื่นได้หรือไม่และสามารถใช้วิธีการหาคำตอบลักษณะนี้กับปัญหาอื่นๆ ได้หรือไม่

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา พบว่าในขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาจะมีขั้นตอนคล้ายคลึงกัน โดยสามารถสรุปได้ 4 ขั้นตอนหลักคือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน 4) การตรวจสอบคำตอบ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม

เป็นขั้นตอนในการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จะใช้เรียนในชั่วโมงนั้นๆ อาจใช้วิธีสรุปเป็นแผนผัง ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดหลัก และแนวคิดรอง หรือใช้เป็นการสนทนาถาม-ตอบ เพื่อให้นักเรียนได้นำประสบการณ์เดิมมาใช้ก่อนที่จะได้รับการสอนเนื้อหาใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

เป็นขั้นจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไม่ว่าจะเป็นการสอนเนื้อหา การให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การจัดประสบการณ์ต่างๆ ผ่านสื่อการสอน ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยครูนำเอาโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ยกตัวอย่างแสดงวิธีแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลสนับสนุน

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป

นักเรียนแต่ละคนสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนแล้วครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาสรุป พร้อมทั้งครูร่วมกับนักเรียนสรุปในประเด็นที่นักเรียนยังไม่เข้าใจอีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ

ได้นำกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มาร่วมเป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีบทที่ได้จากขั้นสอนเนื้อหาใหม่หรือขั้นสรุป นำมาใช้เกิดความชำนาญ คล่องแคล่วมากขึ้นจนกลายเป็นทักษะ ซึ่งอาศัยซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการวิเคราะห์โจทย์เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนอ่านหรือพิจารณาโจทย์ปัญหา และบอกรายละเอียดโจทย์ปัญหา บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ บอกสิ่งที่โจทย์ถาม

ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ให้นักเรียนฝึกการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย และบอกวิธีการหาคำตอบโดยวิธีการใด

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน ขั้นตอนที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนโดยการคำนวณหาคำตอบและแสดงวิธีทำ ในการคิดคำนวณหาคำตอบ นักเรียนต้องมีทักษะคิดคำนวณ ส่วนในการเขียนแสดงวิธีทำก็เช่นเดียวกัน นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการย่อความและสรุปความ จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพื่อนำมาเขียนเป็นข้อความแสดงวิธีทำ

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจคำตอบ ขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาแล้ว โดยพิจารณาความสมเหตุของ

คำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่น หรือวิธีการคิดเป็นอย่างอื่นได้อีกหรือไม่ โดยครูอาจใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับหรือตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ และตรวจสอบคำตอบถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้

เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ในขั้นนี้จะนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่น และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้ถูกต้อง โดยการให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาหรือแก้โจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการใช้แบบฝึกทักษะ หรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอน และประเมินแบบสังเกต

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

1. ความเป็นมาของเทคนิค KWDL

เทคนิค KWDL ได้พัฒนาขึ้นโดยโอเกิล (Ogle) ในปี ค.ศ.1986 ต่อมา ซอและคณะ (Shaw et. al, 1997: 482-486) อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปีประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำเทคนิค KWDL มาใช้สอนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งได้นำรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกันแก้ปัญหา (Cooperative Problem Solving) มาผสมผสานในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น วัตถุประสงค์ของเทคนิค KWDL เพื่อการสอนทักษะภาษาแต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนวิชาอื่น ๆ ที่มี การอ่านเพื่อทำความเข้าใจเช่น วิชาสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น เพราะผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง การวางแผนการ ตั้งจุดมุ่งหมายตรวจสอบความเข้าใจในตนเอง การจัดระบบข้อมูล เพื่อตั้งมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีประโยชน์ในการฝึกทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียนสรุป และนำเสนอ เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาจากเทคนิค KWL ของโอเกิล (Ogle, 1986: 517) ที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐานนั่นคือนักเรียนต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้นด้วยเทคนิค KWL, KWDL, KWL plus วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคหรือกระบวนการ KWDL มีขั้นตอนการดำเนินการเช่นเดียวกันกับ KWL เพียงแต่เพิ่มขึ้น D เป็นขั้นตอนที่ 3 ซึ่ง KWDL มาจากคำถามที่ว่า

K : เรารู้อะไร (What we know) หรือโจทย์บอกอะไรเราบ้าง (สำหรับคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์)

W : เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร (What we Want to know) หรือโจทย์ให้อะไร บอกอะไรบ้าง

D : เราทำอะไร อย่างไร (What we do) และหาคำตอบ หรือเรามีวิธีการอย่างไรบ้างหรือมีวิธีดำเนินการเพื่อหาคำตอบอย่างไร

L : เราเรียนรู้อะไรจากการดำเนินขั้นที่ 3 (What we learned) ซึ่งคือ คำตอบสาระความรู้และวิธีศึกษาคำตอบ และขั้นตอนการคิดคำนวณ เป็นต้น

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิค KWDL จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีลำดับขั้นตอนการคิดอย่างเป็นระบบ จะเป็นแรงเสริมที่ทำให้ผู้เรียนมีการถ่ายทอดแนวความคิดได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในสิ่งที่ตนเองกำลังทำอยู่ได้ดี

การกำหนดขั้นตอนของเทคนิค KWDL การมีคำถามนำเพื่อให้แสวงหาข้อมูลและบันทึกตามที่ต้องการในแต่ละขั้น จะช่วยส่งเสริมการอ่านมากขึ้น โดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์ การนำกระบวนการหรือเทคนิค KWDL ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะด้านโจทย์ปัญหาของนักเรียนทุกระดับชั้นจะมีปัญหามากที่สุด เนื่องจากการอ่านโจทย์ไม่เข้าใจชัดเจน วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็นเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่ง นอกจากการคิดคำนวณไม่เป็น ดังนั้นทุกขั้นตอนของเทคนิค KWDL ครูจึงต้องคอยแนะนำชี้แนวทางให้นักเรียนได้คิดพิจารณาและวิเคราะห์ให้หลากหลายมากที่สุด แต่การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับการร่วมมือกันเรียนรู้ที่เก่งกว่าก็จะสามารถช่วยนักเรียนที่อ่อนกว่าได้ การใช้เทคนิค KWDL ในการสอนคณิตศาสตร์ ครูต้องเตรียมแผนผัง KWDL เช่นเดียวกับเทคนิค KWL ในตอนเริ่มต้นบทเรียนที่ครูอธิบายโดยครูและนักเรียนร่วมกันเรียนรู้ทำความเข้าใจวิธีการแต่ละขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนที่สุด ซึ่งต้องมีแผนผัง KWDL ประกอบให้นักเรียนมองเห็นได้ชัดเจนทุกคนด้วย (วิชรา เล่าเรียนดี, 2547 : 97) นอกจากนี้การฝึกทำแบบฝึกหัดมีส่วนร่วม นักเรียนจะต้องมีแผนผัง KWDL ของตนเองเพื่อเติมข้อความด้วยเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 แผนผัง KWDL : โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

K	W	D	L
โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีอะไรบ้าง	ดำเนินการตาม กระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาอย่างไร	คำตอบที่ได้และ บอกวิธีคิดคำตอบ อย่างไร
1.....	1.....	แสดงวิธีทำ.....	คำตอบ.....
2.....	2.....	วิธีที่ 1.....	สรุปขั้นตอน.....
3.....	3.....	วิธีที่ 2.....	
4.....	4.....	วิธีที่ 3.....	

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าแผนผัง สามารถลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้
อย่างเป็นระบบ สามารถทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

2. ความหมายของเทคนิค KWDL

Shaw et. al. (1997: 30) ได้กล่าวว่า เทคนิค K-W-D-L หมายถึง การจัดกิจกรรม
การเรียนการสอนที่ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. K (What We Know) เรารู้อะไร
2. W (What We Want to Know) เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร
3. D (What We Do to Find Out) เราทำอะไรไปบ้างแล้ว
4. L (What We Learned) เราเรียนรู้อะไรบ้าง

วัชร่า เล่าเรียนดี (2554: 130) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ได้
พัฒนาจากเทคนิค KWL ของโอเกิล (Ogle, 1986: 517) ที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐาน นั้น
คือนักเรียนต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมาก
ขึ้นจากเทคนิคKWL เพื่อใช้สอน การดำเนินการตามลำดับขั้นตอน KWL หรือ KWDL จะช่วยชี้แนะการ
คิดแนวทางในการอ่านและหาคำตอบของคำถามสำคัญต่าง ๆ จากเรื่องนั้น จากนั้นสามารถนำมาใช้ในการ
การเรียนรู้ตามความต้องการ เทคนิค KWDL มีขั้นตอนการทำงาน 4 ขั้น ซึ่งเทคนิค KWDL มาจาก
คำถามที่ว่า

K: เรารู้อะไร (What we Know)

W: เราต้องการรู้, ต้องการทราบอะไร (What we want to know)

D: เราทำอะไร. อย่างไร (What we Do)

L: เราเรียนรู้อะไรจากการดา เนินการขั้นที่ 3 (What we Learned)

การกำหนดขั้นตอนของเทคนิค KWDL การมีคำถามนำเพื่อให้เกิดความคิด ข้อมูลของคำตอบตามที่ต้องการในแต่ละขั้นจะช่วยส่งเสริมการอ่านมากขึ้น โดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์ การนำกระบวนการหรือเทคนิค KWDL ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง

เทคนิค KWDL เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการ ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการคิดอย่างรู้ตัวว่าตนคิดอะไร มีวิธีคิดอย่างไร สามารถตรวจสอบความคิดของตนเองได้ และสามารถปรับเปลี่ยนกลวิธีการคิดของตนได้โดยผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง มีการวางแผนตั้งจุดมุ่งหมายตรวจสอบความเข้าใจของตน

3. การใช้เทคนิค KWDL

จากความหมายของเทคนิค K-W-D-L ที่กล่าวมาแล้วผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค K-W-D-L เพื่อจะได้กำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนการสอนไว้ ดังนี้

วิชาเรขาคณิต (2549: 165) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค K-W-D-L ในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ

- 1.1 ทบทวนความรู้เดิม
- 1.2 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.3 เร้าความสนใจด้วยเกมคณิตศาสตร์

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

2.1 ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนทั้งชั้น แล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านโจทย์และแก้ปัญหา ตามแผนผัง K-W-D-L ดังนี้

K = ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบ

W = ครูและนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และ วางแผนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

D = ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

L = ครูและนักเรียนร่วมสรุปการแก้ปัญหา

2.2 นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อยโดยครูคอยแนะนำ ด้วยการแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 -5 คน ร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม K-W-D-L

3. ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระนักเรียนทำแบบฝึกหัดจากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น โดยเป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับข้อกับเรื่องที่เราเรียน และสถานการณ์อื่น ๆ

4. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลนักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้มีการซ่อมเสริมเมื่อนักเรียนยังไม่เข้าใจ

Shaw et. al. (1997: 30) อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปีประเทศสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาเทคนิค K-W-D-L มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งมี 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งกลุ่มให้นักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยใช้ตรรกกรรมเทคนิค K-W-D-L

ขั้นที่ 2 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาสิ่งที่ต้องการรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับโจทย์หาความสัมพันธ์ของโจทย์ และกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 นักเรียนช่วยกันดำเนินการเพื่อแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเขียนโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ หาคำตอบและตรวจสอบคำตอบ

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยให้ตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และสรุปที่ได้จากการเรียน

สรุปเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาจากเทคนิค KWL ของ โอเกิล ที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐาน นั่นคือ นักเรียนต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้น ด้วยเทคนิค KWL, KWDL และ KWL plus วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคหรือกระบวนการ KWDL มีขั้นตอนการดำเนินการเช่นเดียวกับ KWL เพียงแต่เพิ่มขั้น D ขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นตอนที่ 4 ซึ่ง KWDL มาจากคำถามที่ว่า

K : เรารู้อะไร (What we know) หรือโจทย์บอกอะไรบ้าง

W : เราต้องการรู้, ต้องการทราบอะไร (What we want to know) หรือ โจทย์ให้อะไร บอกอะไรบ้าง

D : เราทำอะไร, อย่างไร (What we do) และหาคำตอบ หรือเรามีวิธีการอย่างไรบ้าง หรือมีวิธีดำเนินการเพื่อหาคำตอบอย่างไร

L : เราเรียนรู้อะไรจากการดำเนินการขั้นที่ 3 (What we learned) ซึ่งคือ คำตอบสาระความรู้และวิธีศึกษาคำตอบ และขั้นตอนการคิดคำนวณ เป็นต้น

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนของเทคนิค KWDL การมีคำถามนำเพื่อให้แสวงหาข้อมูล และบันทึกตามที่ต้องการในแต่ละขั้น จะช่วยส่งเสริมการอ่านมากขึ้น โดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์ การนำกระบวนการหรือเทคนิค KWDL ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะด้านโจทย์ปัญหาของ

นักเรียนทุกระดับชั้นจะมีปัญหามากที่สุด เนื่องจากการอ่านโจทย์ไม่เข้าใจชัดเจน วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่ง นอกจากการคิดคำนวณไม่เป็น ดังนั้นทุกขั้นตอนของ เทคนิค KWDL ครูจึงต้องคอยแนะนำ ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้ คิดพิจารณาและวิเคราะห์ ให้หลากหลายมากที่สุด การใช้เทคนิค KWDL ในการสอนคณิตศาสตร์ ครูต้องเตรียมแผนผัง KWDL เช่นเดียวกับเทคนิค KWL ในตอนเริ่มต้นบทเรียนที่ครูอธิบายโดยครูและนักเรียนร่วมกันเรียนรู้ทำความเข้าใจวิธีการสรุปคำ แต่ละขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนที่สุด ซึ่งต้องมีแผนผัง KWDL ประกอบให้นักเรียนมองเห็นได้ชัดเจนทุกคนด้วย ดังนั้นนักเรียนจะต้องมีแผนผัง KWDL ของตนเองเพื่อ เติมข้อความตามแผนผังดัง แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนผัง KWDL

K	W	D	L
What we know	What we want to know	What we do	What we learned
โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีอะไรบ้าง	ดำเนินการตาม กระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาอย่างไร	คำตอบที่ได้และ บอกวิธีคิดคำตอบ อย่างไร

ซึ่งในแต่ละช่องของ KWDL อธิบายรายละเอียดต่างๆดังนี้

K : What we know คือ รู้อะไรอยู่บ้างแล้ว

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องคิดเกี่ยวกับเรื่องราวที่อ่านว่ารู้ อะไรอยู่บ้างแล้ว ครูทำหน้าที่ช่วยนักเรียนจัดหมวดหมู่ ของข้อมูลเหล่านั้น ช่วยอธิบายความเข้าใจที่อาจคลาดเคลื่อน หรือ ช่วยอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้นสำหรับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ขั้นตอน “K” จะเกี่ยวข้องกับ การอ่านโจทย์ปัญหา ตีความ ถกเถียงเกี่ยวกับข้อมูลที่ให้มา อาจารย์รวมทั้งกระบวนการวิธีอื่น เช่น ลงมือ ปฏิบัติตามปัญหากำหนด วาดรูป ทำแผนภูมิ เพื่อว่านักเรียนจะได้เข้าใจปัญหาและรู้ว่าตนรู้อะไรบ้าง แล้วเกี่ยวกับปัญหานั้น

W : What we want to know คือ ต้องการจะรู้อะไร

ด้วยการชี้แนะจากครู นักเรียนจะบอกสิ่งที่พวกเขาต้องการเรียนรู้ได้ บ่อยครั้งนักเรียนจะมีคำถามที่ยังไม่ได้ตอบในเรื่องที่อ่าน หรือนักเรียนอาจยกหัวข้อที่ยังไม่ได้ถกเถียง กันขึ้นมา และต้องค้นหา จากแหล่งความรู้อื่น เพื่อที่จะหาคำตอบและข้อมูลเหล่านั้นสำหรับการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น ขั้นตอน “W” จะต้องเกี่ยวข้องกับข้อตกลงในเรื่องที่โจทย์ถามว่าคำถาม คืออะไร และคำถามนั้น หมายความว่า กระจุกส่วนขั้นตอนที่ว่าการรู้อะไรนั้นอาจเกี่ยวข้องกับ การตัดสินใจของนักเรียนในการวางแผนจะแก้ปัญหาว่าจำเป็นต้องไปหาข้อมูล และต้องตัดสินใจว่าไป หาแหล่งข้อมูลที่ไหน

D : What we do คือ เรามีวิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหา

นอกเหนือจากขั้นตอนของ Ogle แล้วในทางคณิตศาสตร์ได้เพิ่มขั้นตอน “D” อีก 1 ขั้นตอน คือ ได้ทำอะไรไปแล้วบ้าง นักเรียนแต่ละคนได้ใช้ แบบบันทึกไปด้วยขณะที่ แก้ปัญหา ขั้นตอน รู้อะไรบ้างแล้ว และต้องการจะรู้อะไร นั้น ได้ช่วยให้พวกเขาเข้าใจปัญหา แล้ว วางแผนที่จะหาวิธีแก้แล้วจึงประเมินคำตอบส่วนการบรรยายว่า ได้ทำอะไรไปแล้วบ้าง แล้วบันทึกไว้ นั้น ช่วยให้ นักเรียนคิดอย่าง มีสติถึงแผนและกระบวนการดำเนินงานที่พวกเขาได้ใช้ในขณะทำงานใน การแก้ปัญหาขั้นตอน “D” นี้ได้จัดไว้ในลำดับที่ 3 ก่อนขั้นตอน “L”

L : What we learned คือ ได้เรียนรู้อะไร

ขั้นตอนนี้ของ Ogle ให้นักเรียนอ่านในใจและบันทึกว่ารู้อะไรบ้าง แล้ว นำมาเล่าสู่กันฟัง แล้วบันทึกไว้ขั้นตอนนี้ช่วยให้ ผู้เรียนได้ขีดเกลาและขยายความคิดเห็นทั้ง กระบวนการอ่านและกระบวนการ เขียนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ขั้นตอน “L” นี้ประสงค์ ให้ผู้เรียนบอก คำตอบรวมทั้งอธิบายและชี้แจงถึงขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหา พวกเขาอาจให้ ผู้อื่นช่วยตรวจสอบเพื่อความแน่ใจ หรือพวกเขาอาจพูด กันถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบของพวกเขาเองกลุ่มนักเรียนจะได้รับ การส่งเสริมให้เห็นผลสะท้อนและได้เขียนเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปที่ได้

เรียนรู้ ตัวอย่าง เช่น นักเรียนคนหนึ่งอาจเขียนและพูดเกี่ยวกับ เรื่องวิธีการวาดภาพช่วยได้อย่างไร หรือการที่พวกเขาได้ใช้กระบวนการวิธี เดาและตรวจสอบว่าเป็นอย่างไร เป็นต้น

4. ความสำคัญและประโยชน์ของเทคนิค KWDL

เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เทคนิคหนึ่งซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญและประโยชน์ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

Quiocho (1997: 454) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWL สามารถพัฒนาความเข้าใจในการอ่านเรื่องของนักเรียนให้ดีขึ้นได้

Shaw et. al. (1997: Abstact) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL เป็นการพัฒนาความสามารถ และเจตคติในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

วีระศักดิ์ เลิศโสภา (2544: 5) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

เทคนิค KWDL จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาสติปัญญา พัฒนาทักษะทางสังคม พัฒนาทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เกิดผลสะท้อนหลายรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้เป็นนักแก้ปัญหาที่ดี นอกจากนี้ให้นักเรียนคัดพิจารณาจากข้อความหรือคำถามที่กำหนดไว้ให้แล้วซึ่งเป็นการกำหนดกรอบความคิดไม่ให้เบี่ยงเบนไปในทิศทางอื่น ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบแยกแยะก่อนหาข้อสรุปด้วยตนเอง และยังช่วยให้นักเรียนอ่อน ปานกลางและเก่งมีโอกาสได้เรียนรู้ได้รับการฝึกวิธีคิดอย่างมีระบบและขั้นตอนร่วมกัน

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547: 7-8) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย
2. ช่วยส่งเสริมพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์และสังเคราะห์
3. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น
4. ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาสติปัญญา พัฒนาการคิด พัฒนาทางสังคมโดยเฉพาะ

ถ้าจัดให้ผู้เรียนฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

วิชรา เล่าเรียนดี (2549: 149) ได้กล่าวว่า เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมการอ่านเชิงวิเคราะห์ให้กับผู้เรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สรุปได้ว่าเทคนิค KWDL มีความสำคัญและมีประโยชน์ นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้แล้วยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการอ่าน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์และสังเคราะห์ และถ้าจัดให้ผู้เรียนฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มก็จะช่วยพัฒนาทักษะการอยู่ร่วมกันทางสังคมได้เป็นอย่างดี

5. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

Shaw et al. (1997: 482 – 486 อ้างอิงจาก รุจิอร รักใหม่, 2557: 37) อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปี ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้นำ เทคนิคKWDL มาใช้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แบ่งกลุ่มนักเรียนช่วยกันหาสิ่งที่รู้เกี่ยวกับโจทย์ สิ่งที่เกี่ยวข้อง กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยใช้บัตรกิจกรรมเทคนิค KWDL

ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปราย เพื่อหาสิ่งที่ ต้องการรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับโจทย์ หาความสัมพันธ์ของโจทย์ และกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนช่วยกันดำเนินการเพื่อแก้โจทย์ปัญหาโดยเขียนโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์ หาคำตอบและตรวจสอบคำตอบ

ขั้นตอนที่ 4 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปเป็นความรู้ที่ได้รับจากการแก้โจทย์ปัญหา โดยให้ตัวแทนกลุ่มออกมานำ เสนอความคิดเห็นในการแก้โจทย์ปัญหา และสรุปเป็นความรู้ที่ได้จากการเรียน

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547: 11) ได้นำเทคนิค KWDL มาใช้ในการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ มีกิจกรรมดังนี้

2.1 ครูนำเสนอปัญหาให้กับนักเรียนทั้งชั้นแล้วครูและนักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาโจทย์ตามแผนผังKWDL

2.2 นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อยโดยครู คอยแนะนำ

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระเป็นกลุ่มจากแบบฝึกหัดที่ ครูสร้างขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผล

วัชรรา เล่าเรียนดี (2548: 165) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำ

1.1 ทบทวนความรู้เดิม

1.2 แจงจุดประสงค์การเรียนรู้

1.3 เร้าความสนใจด้วยเกมคณิตศาสตร์

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

2.1 ครูเสนอโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนทั้งชั้นแล้วให้นักเรียนร่วมกันอ่านโจทย์ และแก้ปัญหา ตามแผนผัง KWDL

2.2 นักเรียนฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มย่อยโดยครู แนะนำด้วยการแบ่งนักเรียนเป็น กลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม KWDL

3. ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระนักเรียนทำแบบฝึกหัด

4. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลนักเรียนทำ แบบทดสอบประจำ หน่วยการเรียนรู้มีการซ่อมเสริมเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจ

สุภาภรณ์ ทองใส (2548: 13) ได้นำการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL มาใช้ในการสอนเรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยแต่ละกลุ่มละความสามารถ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ชำนาญ และทบทวนบทเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ ครู และนักเรียนร่วมกันเรียนรู้ด้วยเทคนิค

KWDL ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ครูนำเสนอโจทย์ปัญหา ครู และนักเรียนร่วมกันหาสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาความสัมพันธ์ของโจทย์ที่กำหนด และหาแนวทางวิธีแก้โจทย์ปัญหา

3. ครูและนักเรียนร่วมกันแก้โจทย์ปัญหา โดยเขียนประโยคสัญลักษณ์หาคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ได้

4.ครูและนักเรียนสรุปการแก้ปัญหา และอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะและการนำไปใช้ โดยให้นักเรียนฝึกปฏิบัติในกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปร่วมกันโดยครู และนักเรียน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินผลร่วมกันโดยครู และนักเรียน

ยุพิน ยืนยง (2549: 49) ได้ศึกษาการใช้เทคนิค KWDL ในการนิเทศแบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ โดยมีวิธีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ชำนาญได้แก่ทบทวนความรู้เดิม แจ่มจุดประสงค์ เร้าความสนใจ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ได้แก่การให้ตัวอย่างโจทย์ปัญหา ครู และนักเรียนร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาและถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามตามขั้นตอน KWDL ตามลำดับ

2.1 โจทย์บอกอะไรบ้าง (K)

2.2 โจทย์ต้องการให้หาอะไรเขียน ประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไรบ้าง (W)

2.3 ครูและนักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา (D)

2.4 ตรวจสอบคำตอบร่วมกันสรุปและแก้ปัญหา (L)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะโดยครู แนะนำ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นฝึกทักษะโดยอิสระ

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นสรุปบทเรียนและวัดผลประเมินผล

วัชรา เล่าเรียนดี (2554: 130-131) อธิบายการใช้เทคนิค KDWL ในการสอนคณิตศาสตร์ว่าครู ต้องเตรียมแผนผังหรือตาราง KWDL ในตอนต้น เริ่มต้นบทเรียนที่ครู อธิบาย โดยครูและนักเรียนร่วมกัน ทำความเข้าใจ ซึ่งต้องมีแผนผัง KWDL ประกอบให้เห็นชัดเจนทุกคนด้วย นอกจากนั้นการร่วมฝึกและทำแบบฝึกหัด นักเรียนจะต้องมีแผนผัง KWDL ของตัวเองเพิ่มเติมจากการสังเคราะห์ข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ของวัชรา เล่าเรียนดี และนิรันดร์ แสงกุหลาบ มาประยุกต์การจัดการเรียนรู้ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL หมายถึงการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL ในการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเป็นการทบทวนความรู้ที่ จำเป็นต้องใช้และแจ้งจุดประสงค์ของการเรียนในคาบนั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ โดยครูนำเสนอเนื้อหาใหม่และนักเรียนร่วมกันอ่านตีความหมายโจทย์และแก้ปัญหาจากนั้นครูอธิบายการบันทึกข้อมูลต่างๆลงในแผนผัง KWDL เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนในการทำกิจกรรมขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นฝึกทักษะเป็นขั้นที่ให้นัก เรียนได้ทำแบบฝึกทักษะจากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้นโดยทำการแก้ปัญหาตามแผนผัง KWDL โดยใช้ขั้น KWD

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนลงในแผนผัง KWDL โดยบันทึกลงในขั้นสุดท้ายคือขั้น L

การกำกับทางปัญญา

1. ความหมายของการกำกับทางปัญญา

การกำกับทางปัญญาเป็นแนวคิดทางจิตวิทยาซึ่งมีการเรียกการคิดประเภทนี้แตกต่างกัน เช่น การคิดอภิปัญญา การคิดอภิมาน เมตาคอกนิชัน การรู้คิด การควบคุมการรู้คิด เป็นต้น แต่ในทฤษฎีเรียกที่ยกตัวอย่างมาข้างต้นมีรากศัพท์มาจากคำเดียวกัน คือ Metacognition สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ชื่อเรียกการคิดนี้ว่า “การกำกับทางปัญญา (Metacognition)” ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับ

ความหมายของการกำกับทางปัญญาจากเอกสารและงานวิจัยมีผู้ให้ความหมายของการกำกับทางปัญญาไว้ดังนี้

Flavell (1979: 906-911) ได้ให้ความหมายการกำกับทางปัญญาไว้ว่าหมายถึงความสามารถทางการคิดที่บุคคลสามารถรับรู้ถึงกระบวนการทางความคิดและสิ่งต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งปรากฏเป็นความรู้ หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมายที่มีทิศทาง

Beyer (1987: 191-192) ได้ให้ความหมายการกำกับทางปัญญาไว้ว่าหมายถึงการคิดเกี่ยวกับการคิด (thinking about thinking) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผนในการทำงาน การสังเกต หรือตรวจสอบความก้าวหน้า การประเมินผลงานหรือกิจกรรม รวมทั้งการปรับปรุงงานหรือกิจกรรมให้สำเร็จตามแผนที่วางไว้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552: 363) ได้ให้ความหมายการกำกับทางปัญญาไว้ว่าหมายถึง ความรู้หรือการตระหนักรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง โดยบุคคลสามารถควบคุมกระบวนการคิด การวางแผน การจัดระบบความคิด การตรวจสอบการคิดของตนเอง และประเมินตนเองหลังทำกิจกรรมนั้นๆ ได้

พาสนา จุฬรัตน์ (2556: 5-6) ได้ให้ความหมายการกำกับทางปัญญาไว้ว่าหมายถึงการที่บุคคลตระหนักรู้เกี่ยวกับความรู้ กระบวนการคิด และความสามารถของตนเอง และใช้ความรู้ความเข้าใจดังกล่าวในการจัดการ การควบคุมกระบวนการคิด และการทำงานของตน โดยรู้จักเลือกใช้กลวิธีต่างๆ ที่เหมาะสม อันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 120) ได้สรุปความหมายของ การกำกับทางปัญญาไว้ว่า การกำกับทางปัญญา หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการ คิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการ วางแผน กำกับ ควบคุม และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ต่างๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของการกำกับทางปัญญาที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การกำกับทางปัญญา หมายถึง กระบวนการทางความคิดของบุคคล ที่สามารถตระหนักรู้ และรับรู้ความคิดของตนเอง การควบคุมจัดระบบความคิดของตนเอง ซึ่งครอบคลุมถึงการวางแผน และตรวจสอบความคิดของตนเองและการประเมินตนเองได้

2. องค์ประกอบของการกำกับทางปัญญา

Flavell (1979: 910-911) ได้แบ่งการกำกับทางปัญญาออกเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านความรู้ในการกำกับทางปัญญา (Metacognitive Knowledge) เป็นส่วนขององค์ความรู้ทั้งหมดที่บุคคลสะสมไว้ และได้แบ่งความรู้ในการกำกับทางปัญญาเป็น 3 ตัวแปร คือ ตัวแปรด้านบุคคล ตัวแปรด้านงาน และตัวแปรด้านกลยุทธ์

2. องค์ประกอบด้านประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Experience) เป็นประสบการณ์ทางการคิดที่บุคคลสามารถควบคุมได้ เริ่มตั้งแต่เข้าสู่สถานการณ์ทางการคิดจนกระทั่งสามารถบรรลุเป้าหมายหรือหยุดการกระทำ โดยประสบการณ์ในเมตาคอกนิชันนี้มี 3 กระบวนการคือ การวางแผน การตรวจสอบ และการประเมิน

Cross & Paris (1988: 131-132) แบ่งองค์ประกอบของกลวิธีอภิปัญญา ดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบด้านการประเมินตนเองเกี่ยวกับความรู้ในด้านความรู้ความคิด (Self-appraisals of one's knowledge about cognition) องค์ประกอบนี้มีอิทธิพลต่อกระบวนการอ่าน รวมถึงการปรับพฤติกรรมกรรมการอ่านให้เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วย

1.1 การรู้ลักษณะและสภาพภาระงาน (Declarative knowledge) กล่าวคือ ผู้อ่าน ต้องรู้ถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อความเข้าใจในการอ่าน รู้เกี่ยวกับโครงสร้างของบทอ่าน และจุดประสงค์ของการอ่านของตนเอง

1.2 ความรู้ในกระบวนการ(Procedural knowledge)กล่าวคือผู้อ่านต้องรู้ว่าตนเองต้องใช้ทักษะใดในการอ่าน และต้องประยุกต์ใช้ทักษะนั้นอย่างไร จึงจะทำให้ตนเองประสบผลสำเร็จในการอ่านในภาระงานที่ตั้งจุดมุ่งหมายไว้

1.3 ความรู้เกี่ยวกับเงื่อนไข (Conditional knowledge) กล่าวคือ ผู้อ่านต้องเข้าใจ เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของกลวิธีในการอ่านแต่ละกลวิธี ต้องรู้ว่าจะใช้กลวิธีนั้นๆเมื่อใด และเมื่อใดที่ไม่ ควรใช้กลวิธีนั้นๆ

2. องค์ประกอบด้านการจัดการเกี่ยวกับการคิดของตนเอง (Self-management of one's thinking) ซึ่งประกอบด้วย

2.1 การประเมินผล (Evaluation) กล่าวคือ การวิเคราะห์ลักษณะของบทอ่านและ ประเมินความสามารถของตนเองเพื่อดำเนินกิจกรรมการอ่านในขั้นตอนต่อไป

2.2 การวางแผน (Planning) กล่าวคือ การคัดเลือกกลวิธีที่เหมาะสมที่นำมาใช้ขณะอ่าน

2.3 การกำหนดเกณฑ์ (Regulation) กล่าวคือ การควบคุมและกำหนดทิศทางใน การดำเนินกิจกรรมการอ่าน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 120) ได้แบ่งองค์ประกอบของการกำกับทางปัญญาออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้กระบวนการคิดของตนเองในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานที่มีองค์ประกอบย่อย 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ เป็นความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐานที่ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน ทั้งในเรื่องความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่ทำและความรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเอง

1.2 ความรู้ในวิธีการ เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการหรือกระบวนการต่างๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน

1.3 ความรู้ที่ใช้เพื่อการตัดสินใจเลือกวิธีการ เป็นความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ลักษณะของวิธีการที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อตัดสินใจในการเลือกวิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

2. การควบคุมตนเอง เป็นความสามารถของผู้เรียนในการควบคุมตนเองให้เรียนรู้หรือปฏิบัติงานได้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

2.1 การวางแผน เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์และขั้นตอนการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การกำกับควบคุม เป็นการตรวจสอบและคิดทบทวนเกี่ยวกับความเหมาะสมและความถูกต้องของวิธีการและขั้นตอนที่เลือกใช้ในการเรียนรู้หรือปฏิบัติงาน

2.3 การประเมิน เป็นการตรวจสอบผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือปฏิบัติงานซึ่งจะทำให้ผลที่ได้มีความถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทำงาน

3. ความตระหนักต่อกระบวนการคิด เป็นความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับการรู้จักปัจจัยที่จำเป็นที่ทำให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนสามารถอธิบายสิ่งที่ตนเองรู้ให้ผู้อื่นฟังได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการอธิบายเหตุผลใน 3 ด้าน ดังนี้

3.1 การสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเอง ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลเพื่อสนับสนุนความคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องของตนเองได้อย่างชัดเจน ซึ่งแสดงถึงความมั่นใจว่าสิ่งที่ตนเองคิดนั้นถูกต้อง หลังจากมีการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานทำให้งานสำเร็จ

3.2 การยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่ถูกต้อง ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลของการยอมรับความคิดหรือวิธีการอื่นที่แตกต่างจากแนวคิดของตนเองว่าถูกต้อง

3.3 การยอมรับความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลของการยอมรับว่าความคิดหรือวิธีการของตนเองผิดพลาด และพร้อมที่จะแก้ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หลังจากมีการประเมินแล้วว่ากระบวนการคิดที่ใช้ในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานทำให้งานผิดพลาด

จากการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของการกำกับทางปัญญา ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการกำกับทางปัญญาประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้ในการกำกับปัญญา ประสบการณ์ในการกำกับปัญญา และ กลวิธีในการควบคุมการกำกับทางปัญญา

โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา

Garofalo & Lester (1985: 163-176) ได้เสนอขั้นตอนของการใช้กระบวนการกำกับทางปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเริ่มต้นกำหนดข้อมูลการแก้ปัญหา (Orientation) หมายถึง พฤติกรรมที่มีกลยุทธ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งประกอบด้วย
 - 1.1 กลยุทธ์การทำความเข้าใจ
 - 1.2 วิเคราะห์ข่าวสารข้อมูลและเงื่อนไข
 - 1.3 ประเมินความคุ้นเคยกับงาน
 - 1.4 สร้างตัวแทนในการแก้ปัญหา
 - 1.5 ประเมินความยากและโอกาสที่จะประสบความสำเร็จ
2. การเริ่มต้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา (Organization) หมายถึง การวางแผน กำหนด พฤติกรรม และการเลือกปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย
 - 2.1 ระบุเป้าหมายย่อยและเป้าหมายสุดท้าย
 - 2.2 วางแผนรวม
 - 2.3 วางแผนย่อย
3. การดำเนินการแก้ปัญหา (Execution) หรือการดำเนินการตามแผน ซึ่งประกอบด้วย
 - 3.1 ดำเนินการตามแผนย่อย
 - 3.2 กำกับและประเมินความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผนย่อยและแผนรวม
 - 3.3 กำกับตนเองในด้านความถูกต้องของงาน และการใช้เวลา
4. การประเมินความถูกต้อง (Verification) หรือการประเมินการตัดสินใจและผลลัพธ์ของการปฏิบัติตามแผน ซึ่งประกอบด้วย
 - 4.1 ประเมินการนิยามปัญหาและประเมินการวางแผนการแก้ปัญหา
 - 4.1.1 ความถูกต้องของตัวแทนปัญหา
 - 4.1.2 ความถูกต้องของแผนการแก้ปัญหา
 - 4.1.3 ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ
 - 4.1.4 ความสอดคล้องของแผนรวมกับเป้าหมาย

4.2 ประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา

4.2.1 ความถูกต้องของการดำเนินการ

4.2.2 ความสอดคล้องของแผนและการดำเนินการ

4.2.3 ความสอดคล้องของผลแต่ละขั้นกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา

4.2.4 ความสอดคล้องของผลขั้นสุดท้ายกับแผนและเงื่อนไขของปัญหา

Beyer (1987: 192-196) ได้ศึกษาการกำกับทางปัญญาในการแก้ปัญหา และได้แบ่งกลยุทธ์การกำกับทางปัญญาในการแก้ปัญหาออกเป็น 3 กลยุทธ์ย่อย ดังนี้

1. การวางแผนแก้ปัญหา(Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กับประสบการณ์เดิมของผู้แก้ปัญหา มากำหนดว่าจะแก้โจทย์ปัญหานั้นด้วยวิธีใดและอย่างไร ก่อนที่จะทำโจทย์ปัญหาต่อไป ประกอบด้วย

1.1 การกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา

1.2 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา

1.3 เรียงลำดับวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา

1.4 คาดเดาอุปสรรค

1.5 คาดเดาวิธีการแก้ไขอุปสรรคหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

1.6 ประเมินหรือทำนายผลลัพธ์ที่ต้องการ

2. กำกับการแก้ปัญหา (Monitoring) เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ ในการแก้ปัญหาไปพร้อมกับการแก้ปัญหาประกอบด้วย

2.1 กำกับเป้าหมายการแก้โจทย์ปัญหา

2.2 กำกับวิธีและขั้นตอนการแก้ปัญหา

3. ประเมินการแก้ปัญหา (Assessing) เป็นการมองย้อนกลับไปทีขั้นตอนต่างๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด ประกอบด้วย

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย

3.2 พิจารณาความถูกต้องของผลลัพธ์

3.3 ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอน

3.4 ประเมินการแก้ไขอุปสรรคและข้อผิดพลาด

3.5 พิจารณาประสิทธิภาพและความสำเร็จ

Yimer & Ellerton (2006: 575-582) เป็นผู้พัฒนาโมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา (The Problem Solving Model of Metacognitive Process) โดย

โมเดลนี้ผู้ที่พัฒนาคนแรกคือยิมเมอร์ (Yimer, 2004: 556) ได้ทำการศึกษาข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกที่เกี่ยวข้องกับการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาที่เน้นการกำกับทางปัญญา ยิมเมอร์และแอลตันจึงได้นำแนวคิดดังกล่าวมาทำการศึกษาเพิ่มเติมซึ่งการพัฒนาโมเดลและกรอบแนวคิดนี้เริ่มต้นจากการเล็งเห็นความจำเป็นของการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้นักเรียน ซึ่งเป็นทักษะที่มีความสำคัญประการหนึ่งที่สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1991: 234) ให้ความสำคัญ โดยจะเห็นได้จาก การกำหนดให้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการในหลักสูตรและมาตรฐานการประเมิน คุณภาพวิชาคณิตศาสตร์สำหรับโรงเรียน (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000: 351) แต่จากการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนพบว่ายังไม่ประสบผลสำเร็จ เท่าที่ควร ซึ่งจากการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการต่างๆ ที่ผู้แก้ปัญหานำมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า ในการแก้ปัญหาส่วนใหญ่เมื่อผู้แก้ปัญหาได้คำตอบแล้วผู้แก้ปัญหาขาดการ ทบทวนและมองย้อนกลับไปตรวจสอบระหว่างการแก้ปัญหาของตน ส่งผลให้การแก้ปัญหาบางครั้งไม่ ประสบผลสำเร็จดังที่ต้องการ โดยพฤติกรรมดังกล่าวตรงกับกระบวนการทางความคิดที่เรียกว่า การกำกับทางปัญญา (Metacognition) ซึ่งในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาพบว่า นักวิจัยส่วนใหญ่ได้ ตระหนักถึงการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับความคิดทางคณิตศาสตร์ (Adibina & Putt, 1998: 453) สิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญ คือ การพัฒนาเกี่ยวกับการกำกับทางปัญญา ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของตัวเอง การกำหนดแผนของ การดำเนินการแก้ปัญหา การเลือกกลยุทธ์ และการตรวจสอบและประเมินผลความคืบหน้า นั่นคือ กระบวนการกำกับทางปัญญา เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นไปที่การตรวจสอบความสามารถของตนเอง และควบคุมกระบวนการทางความคิดของตัวเองที่ใช้ในระหว่างการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ การแก้ปัญหาสามารถประสบผลสำเร็จได้ตามเป้าหมายที่ต้องการและเป็นตัวช่วยให้สามารถเอาชนะ อุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการของการแก้ปัญหาคด้วย (Goos & Galbraith, 1996: 289)

จากความสำคัญดังกล่าวทำให้ยิมเมอร์และแอลเลอร์ต้นสนใจศึกษาผลการวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีในระหว่างการแก้ปัญหา รวมถึงการศึกษารูปแบบและกรอบแนวคิดที่ใช้ในการอธิบายกระบวนการทางพุทธิปัญญา (Cognitive) ร่วมกับการกำกับทางปัญญา (Metacognitive) ที่ผู้แก้ปัญหามีในระหว่างการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของอาร์ทและอาเมอร์-โทมัส (Artzt & Armour-Thomas, 1992: 432) ที่ได้จัดองค์ประกอบของการกำกับทางปัญญา เป็น 8 ประเภท ได้แก่ การอ่าน (Read) การทำความเข้าใจ (Understand) การวิเคราะห์ (Analyse) การสำรวจ (Explore) การวางแผน (Plan) การดำเนินการ (Implement) การตรวจสอบ (Verify) และการดูและการฟัง (Watch and listen) หรืองานวิจัยของไกเกอร์และเกลเบรท (Geiger & Galbraith, 1998: 876) ได้วิเคราะห์และพัฒนาเป็นกรอบของการจัดประเภทพฤติกรรมกำกับ

ทาง ปัญญาซึ่งได้จากการสังเกตผ่านกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยแบ่งเป็นการเผชิญหน้ากับปัญหา (Engagement) พฤติกรรมเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Executive behaviours) ทรัพยากร (Resources) และความเชื่อ (Beliefs)

โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา (The Problem Solving Model of Metacognitive Process) ได้รับการพัฒนาจากกระบวนการแก้ปัญหาทั้ง 4 ชั้นของโพลยา ได้แก่

1. ชั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understand) ชั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาคิดเกี่ยวกับปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหาว่าประเด็นปัญหา คืออะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ถามหาอะไร
2. ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา (Plan) ชั้นตอนนี้ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาค้นหาความเชื่อมโยงหรือ ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา
3. ชั้นดำเนินการตามแผน (Carry out the plan) ชั้นตอนนี้ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาลงมือ ปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่ได้วางไว้จนกระทั่งได้คำตอบ ถ้าหากแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ ผู้แก้ปัญหาก็ต้องเปลี่ยนแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง
4. ชั้นตรวจสอบการดำเนินการตามแผน (Look back) ชั้นตอนนี้ต้องการให้ผู้แก้ปัญหามองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา

จากพื้นฐานแนวคิดดังกล่าวอิมเมอร์และแอลเลอร์ต้นได้ศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาพฤติกรรมกำกับทางปัญญาที่เกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหาของผู้แก้ปัญหารวมทั้งได้ทำการทดลองและเก็บรวบรวมพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกำกับทางปัญญาโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบเน้นภาระงาน (Task-Based Interviews) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะครุศาสตร์จำนวน 17 คน โดยใช้การวิเคราะห์พฤติกรรมกำกับทางปัญญาผ่านการตอบปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งในการนำสถานการณ์ปัญหามาใช้เป็นสื่อกลางในการสร้างข้อมูลเพื่อการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาที่เน้นการกำกับทางปัญญาของผู้เรียนแต่ละคนนั้น ต้องมีความระมัดระวังในการเลือกสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสม โดยผู้วิจัยยึดตามหลักเกณฑ์ 3 ประการในการใช้พิจารณาสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด ได้แก่ 1) ผู้แก้ปัญหามีต้องเข้าใจสถานการณ์ปัญหานั้น และไม่ควรบังคับให้ผู้แก้ปัญหาประยุกต์ใช้หลักการหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ไม่มีความคุ้นเคย 2) สถานการณ์ปัญหานั้นต้องมีความท้าทาย กระตุ้นให้ผู้แก้ปัญหายากลงมือแก้ปัญหาดังกล่าว และ 3)

สถานการณ์ปัญหานั้นไม่ควรเป็นปัญหาที่ซ้ำซากหรือน่าเบื่อ เช่น เป็นปัญหาที่ใช้แต่หลักการทางพีชคณิตทั้งหมด เป็นต้น

จากการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์กระบวนการทางความคิดที่เกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหา ทำให้มีเมอร์และแอลเลอร์ตันได้รายละเอียดต่างๆ ของพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการกำกับทางปัญญาของผู้แก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด และได้จัดรูปแบบพฤติกรรมการกำกับทางปัญญาของผู้แก้ปัญหาแต่ละคนออกเป็นระยะ จึงนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาเป็นโมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา นั่นคือ เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน และในแต่ละขั้นประกอบไปด้วยพฤติกรรมการกำกับทางปัญญาที่เน้นให้ผู้แก้ปัญหามีการกำกับและควบคุมตนเอง ตระหนักรู้ถึงขั้นตอน ทักษะ กลวิธีการคิดต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในระหว่างการแก้ปัญหา ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญหน้ากับปัญหา (Engagement) เป็นขั้นเผชิญปัญหาและสร้างความเข้าใจ เกี่ยวกับปัญหา ประกอบด้วย

1. สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา โดยการเขียนแนวคิดหลักหรือสร้างโครงร่าง
2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทำความเข้าใจกับข้อมูล ระบุข้อมูลที่สัมพันธ์กับแนวคิด สำคัญสำหรับการแก้ปัญหา และระบุว่าปัญหามีความเชื่อมโยงกับหลักการทางคณิตศาสตร์ใด
3. พิจารณาปัญหาโดยการประเมินกับปัญหาที่คล้ายคลึงกันว่าเคยแก้ปัญหาในลักษณะนี้หรือไม่ รวมทั้งประเมินระดับความยากง่ายของปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดกระบวนการแก้ปัญหา (Transformation-Formulation) เป็นขั้นวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์และกำหนดกรอบในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

1. การสำรวจปัญหาโดยศึกษาจากกรณีเฉพาะเพื่อช่วยให้มองเห็นสถานการณ์
2. การคาดคะเนบนพื้นฐานของการสังเกตและประสบการณ์เดิม
3. กำหนดกรอบแผนการแก้ปัญหาโดยออกแบบวิธีทดสอบ การคาดคะเนนั้นหรือสร้างแผนการแก้ปัญหาเฉพาะหรือโดยรวม

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติ (Implementation) เป็นขั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้วางไว้ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติ (Implementation) เป็นขั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้วางไว้ ประกอบด้วย

1. การสำรวจลักษณะสำคัญของแผนการเพื่อแยกเป็นแผนการย่อยตามความจำเป็น
2. ประเมินแผนการกับเงื่อนไขและความต้องการของปัญหา

3. ดำเนินการตามแผนโดยการคำนวณหรือการวิเคราะห์

4. พิจารณาความเหมาะสมของการปฏิบัติตามแผน ว่าการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นตอนการตัดสินใจเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผน การปฏิบัติตามแผนและวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

1. ประเมินว่าคำตอบที่ได้นั้นตอบคำถามของปัญหาหรือไม่
2. ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนกับเงื่อนไขของปัญหา และตรวจดู

ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการคำนวณ

3. ประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
4. ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา

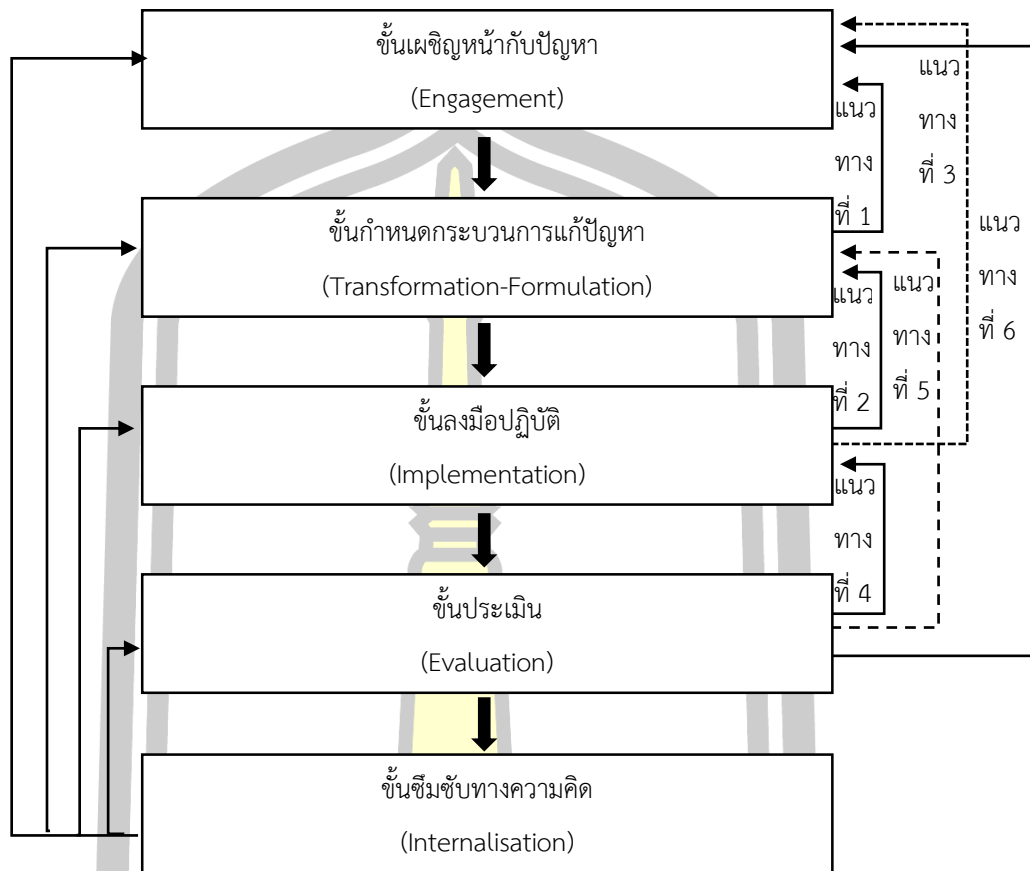
ขั้นที่ 5 ขั้นซึมซับทางความคิด (Internalisation) เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการสะท้อนความเข้าใจของปัญหาและประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

1. สะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมด
2. พิจารณาลักษณะสำคัญในกระบวนการแก้ปัญหา รวมถึงจุดเด่นและจุดด้อยของการดำเนินการแก้ปัญหา และประเมินความยากง่ายของปัญหา
3. ประเมินวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น และพิจารณาหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายว่ามีแนวทางอื่นที่มีประสิทธิภาพอีกหรือไม่
4. สะท้อนถึงความพึงพอใจในการแก้ปัญหาและความเชื่อมั่นที่มีต่อการแก้ปัญหา

ในครั้งต่อไป

แนวทางที่สามารถเกิดขึ้นได้ของการดำเนินการแก้ปัญหาในระหว่าง 5 ขั้นตอนสามารถตั้งแสดงได้ดังแผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภูมิหลังของผู้แก้ปัญหาซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้พื้นฐานเดิม ความเข้าใจและความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาของผู้แก้ปัญหาด้วยแนวทางที่แตกต่างกันเป็นตัวแทนของผลการแก้ปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้ซึ่งเกิดจากการตัดสินใจในการแก้ปัญหาต่างๆ อันเป็นผลมาจากพฤติกรรมกรำกับทางปัญญาของผู้แก้ปัญหา

พูน ปณ ทิโต ชเว



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการในการแก้ปัญหา

โดยลักษณะที่โดดเด่นของโมเดลนี้สามารถสรุปได้ 2 ประการ คือ

1. เป็นกระบวนการที่ในแต่ละขั้นตอนสามารถดำเนินการย้อนกลับไปยังขั้นตอนก่อนหน้าได้ ในกรณีที่ดำเนินการแก้ปัญหาดังกล่าวประสบปัญหาทำให้ไม่สามารถหาคำตอบที่ต้องการได้
2. ในขั้นสุดท้าย คือ ขั้นซึมซับทางความคิด (Internalisation) เป็นขั้นที่ไม่ปรากฏในขั้นตอนการแก้ปัญหาในรูปแบบอื่น ซึ่งเป็นการสะท้อนความคิดเห็นของผู้แก้ปัญหาในประเด็นต่างๆที่มีต่อการแก้ปัญหา

จากการศึกษาแนวคิดของโมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญานั้น ผู้วิจัยสนใจโมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่พัฒนาโดยยิมเมอร์และแอลตัน เนื่องจากเป็นโมเดลที่นอกจากที่จะเป็นกระบวนการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบแล้วยังสามารถฝึกให้นักเรียนเกิดการคิดไตร่ตรองอย่างเป็นระบบ รู้จักควบคุมการคิดของตนเอง ทำให้หากนักเรียนได้รับการฝึกฝนด้วยกระบวนการดังกล่าวส่งผลให้เป็นบุคคลที่มีความรอบคอบในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการ กำกับทางปัญญา

มณฑนา พรหมรักษ์ (2556: 36) ได้อธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา หมายถึง การเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหา โดยมีการกำกับและควบคุมตนเอง ตระหนักถึงขั้นตอนทักษะ กลวิธีและแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการตรวจสอบกระบวนการคิดที่นำมาใช้ในระหว่างการแก้ปัญหาและตรวจสอบผลที่เกิดจากการคิดของตนเองอย่างมีเป้าหมายและมีทิศทาง โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นนำ ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้วิธีการต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหา รวมทั้งเตรียมความพร้อมให้แก่ นักเรียน โดยครูและนักเรียนช่วยกันทบทวนพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียน หรือสอนทฤษฎีบท กฎ นิยาม สูตร สมบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือจัดสถานการณ์หรือกล่าวถึงสถานการณ์ หรือยกตัวอย่างเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนและเป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่ นักเรียนก่อนการเผชิญกับโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา ซึ่งครูสามารถใช้แนวทางการสอนในรูปแบบต่างๆ ที่มีความเหมาะสมกับบริบทในการจัดการเรียนการสอน

ขั้นสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามลำดับขั้นของโมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา โดยยิมเมอร์และแอลตันได้พัฒนาเป็นโมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญหน้ากับปัญหา (Engagement) ประกอบด้วย

1. การทำความเข้าใจปัญหา

ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด โดยจะต้องวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เลือกข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการ แก้โจทย์ปัญหา จากนั้นรวบรวมข้อมูลที่ได้พร้อมทั้งพิจารณาข้อมูลที่ ได้ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งในระหว่างการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนจะต้อง ใช้การอ่านโจทย์ปัญหาหรืออ่านโจทย์ปัญหาซ้ำเพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งที่ ถูกกำหนดมาให้ในปัญหา และมีการเขียนแสดงการอ่านปัญหา โดยอธิบายสิ่งที่ตนรู้และเข้าใจในประเด็นต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูล ให้นักเรียนใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของตนเองว่าเข้าใจ ในประเด็นต่างๆ หรือไม่ อย่างไร

2. การวิเคราะห์เทียบกับปัญหาที่คุ้นเคย

ครูให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ที่กำหนดว่า เคยแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะนี้มาก่อน หรือไม่ โดยให้ระบุว่าเคยแก้ปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ เคยแก้ปัญหานี้มาก่อน รวมทั้งประเมินระดับความยากของปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องประเมินว่าปัญหามีระดับความยาก-ง่ายอยู่ใน ระดับใด ซึ่งนักเรียนต้องมีการประเมินตนเองว่าเมื่ออ่านปัญหา แล้วตนคิดว่าปัญหานี้อยู่ในระดับง่าย ปานกลางหรือยาก โดย นักเรียนแต่ละคนไม่จำเป็นต้องได้คำตอบเดียวกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาคิดเห็นที่ได้จากการ ประเมินตนเองของนักเรียนแต่ละคน

ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดกระบวนการ (Transformation- Formulation)

ประกอบด้วย

1. การวางแผนการแก้ปัญห

ครูให้นักเรียนวางแผนแก้ปัญห โดยนำข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่มาใช้ในการ ออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญห โดยเลือกวิธีการหรือขั้นตอนหรือกลยุทธ์ต่างๆ ที่เหมาะสมกับการแก้ปัญห ซึ่งนักเรียนต้องเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหให้ชัดเจน หากนักเรียนยังไม่สามารถเขียนแผนได้ด้วยตนเอง ครูอาจใช้คำถามในการกระตุ้น เช่น จากโจทย์ปัญหาดังกล่าวนักเรียน ลองอธิบายให้ครูฟังคร่าวๆ ว่านักเรียน จะแก้ปัญหานี้ อย่างไร จากนั้นครูคอยให้นักเรียนนำคำตอบของตนเองไปเขียนอธิบายเป็นลำดับขั้นตอน เป็นต้น

2. การตรวจสอบความเหมาะสมของแผน

ครูให้นักเรียนพิจารณาความเหมาะสมของแผนที่ใช้ในการแก้ปัญห โดยนักเรียนต้องอ่านทบทวนแผนที่ใช้ และไตร่ตรองอย่างละเอียดว่าแผนดังกล่าวมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดในเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่ วิธีการต่างๆ ที่ใช้มี ความเหมาะสมกับปัญหาหรือไม่ รวมไปถึงพิจารณาความ เป็นไปได้ของแผนการแก้ปัญห ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียน ได้ทบทวนความคิดของตนเองเกี่ยวกับแผนที่นำไปใช้ในการ ดำเนินการแก้ปัญห

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติ (Implementation) ประกอบด้วย

1. การดำเนินการแก้ปัญห

ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่ได้กำหนด ไว้เพื่อให้ได้ คำตอบที่ต้องการ โดยใช้ความรู้ มโนทัศน์ หลักการ ทางคณิตศาสตร์และกลยุทธ์ต่าง ๆ ในการ ดำเนินการ ซึ่งก่อนการดำเนินการแก้ปัญหครูใช้คำถามถามนักเรียนว่า โจทย์ ต้องการทราบอะไร เพื่อ กระตุ้นให้นักเรียนกำกับเป้าหมายของ การแก้ปัญห และในระหว่างการแก้ปัญหหากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการหาคำตอบตามสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ สามารถหยุดการดำเนินการตามแผน เพื่อปรับแก้แผนที่ใช้หรือ เปลี่ยนใช้แผนใหม่ได้เมื่อจำเป็น

2. การตรวจสอบการดำเนินการตามแผน

ครูให้นักเรียนตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นว่าเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่ หากนักเรียนยังดำเนินการไม่ครบตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือดำเนินการไม่ตรง ตามแผนที่วางไว้ ครูอธิบายว่านักเรียนจะต้องย้อนกลับไปดำเนินการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ประกอบด้วย

1. การพิจารณาผลของการดำเนินการตามแผน

ครูให้นักเรียนประเมินความสำเร็จตามเป้าหมายว่าบรรลุตามเป้าหมายของการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้หรือไม่ ประเมินความถูกต้องของการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนของแผน รวมไปถึงการพิจารณาความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้ จากการแก้ปัญหา โดยใช้การพิจารณาจากเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาเพื่อพิจารณาว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ โจทย์ต้องการทราบหรือไม่

2. การสรุปคำตอบ

ครูให้นักเรียนตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธผลลัพธ์ที่ได้ จากการดำเนินการแก้ปัญหา จากนั้นเขียนสรุปคำตอบให้ สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาและครบถ้วนสมบูรณ์

ขั้นที่ 5 ขั้นซึมซับทางความคิด (Internalisation) ประกอบด้วย

1. การพิจารณาไตร่ตรอง

ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับกระบวนการทั้งหมดที่ใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว อภิปรายถึง จุดเด่นและ/จุดด้อยของการดำเนินการแก้ปัญหา รวมทั้ง ประเมินความยาก-ง่ายของปัญหา เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางใน การแก้ไขปัญหา เพื่อลดปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในการแก้ปัญหาลงครั้งต่อไป

2. การนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

ครูให้นักเรียนวิเคราะห์หาแนวทางการดำเนินการ แก้ปัญหาว่ามีแนวทางอื่นที่มีประสิทธิภาพมากกว่านี้หรือไม่ รวมทั้งสะท้อนระดับความพึงพอใจในการแก้ปัญหาและระดับความเชื่อมั่นของตนเองที่มีต่อการแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาดังกล่าว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปปรับใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นต่อไป

ขั้นสรุป ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับภาพรวมของกระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมด ทั้งในด้านเนื้อหา ความรู้ต่างๆ มโนทัศน์ที่ได้และกระบวนการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

1. ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

Couch (1996: 457 อ้างอิงจาก สิริพร ทิพย์คง, 2545 : 9-10) ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาไว้ว่า เป็นงานที่บุคคลเผชิญอยู่และต้องการหาคำตอบแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ประกอบด้วย สิ่งสำคัญ 3 ประการ คือ ความต้องการที่ค้นหาคำตอบ ตอบคำถามของปัญหานั้นไม่ได้ทันทีทันใด และต้องใช้ความพยายามอย่างสม่ำเสมอ จะแก้ปัญหานั้นได้ ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหิต่าง ๆ จะต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหิต่าง ๆ จะต้องใช้ความรู้ความสามารถในวิธีแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

อัมพร ม้าคนอง (2546: 48-50) ได้รวบรวมนักวิชาการที่ได้ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

Polya (1973: 34) ได้ให้ความหมายสอดคล้องกันว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับปริมาณและต้องการคำตอบที่เป็นปริมาณด้วย

Adams (1993: 143) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึง เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปริมาณ และต้องมีการตัดสินใจลงมือกระทำหรือหาคำตอบโดยปัญหานั้น จะเป็นปัญหาที่เป็นภาษาเรื่องราวหรือคำพูดก็ได้

Burks (1996: 256) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่นักเรียนไม่สามารถจะตอบได้ทันทีด้วยวิธีการที่เคยชิน และสิ่งทำเป็นปัญหาของนักเรียนในวันนี้ อาจจะไม่เป็นปัญหาของนักเรียนในวันหน้าก็ได้

ณัฐพร ศรีบุรณ์ (2543: 22) โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หมายถึง คำถามทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องตีความหมายโจทย์มาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์จึงจะสามารถดำเนินการหาคำตอบได้

หน่วยศึกษานิเทศก์ (2545: 70) ได้ให้ความหมายว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์คือ โจทย์ที่มีข้อความ เป็นภาษาหนังสือ หรือโจทย์ที่เป็นเรื่องราว หรือโจทย์ที่เป็นคำพูดที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันทีทันใด ต้องคิดหาวิธีเพื่อให้ได้คำตอบเชิงปริมาณ หรือตัวเลขเพื่อใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน การตัดสินใจลงมือแก้ปัญหิต่าง ๆ โดยจะต้องแปลความหมาย วิเคราะห์ ความหมายของโจทย์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 8) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยภาษาและตัวเลขที่เกี่ยวข้องกับปริมาณเป็น สถานการณ์คำถามที่ต้องการคำตอบ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ ส่วนที่เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและส่วนที่เป็นเงื่อนไข หรือข้อมูลของโจทย์ โดยสถานการณ์นั้นจะใช้ภาษาแสดงถึงเงื่อนไขความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยผู้ที่แก้ปัญหานั้นจะต้องหาวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการคิดหาคำตอบ

2. ชนิดของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแบ่งชนิดของปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีการพิจารณาต่างมิติกัน ดังนี้

Polya (1973 : 23-29) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาได้ค้นหา เป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาค้นหาคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ วิธีการหรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

Krulik & Rays (1980: 321) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่เป็นความรู้ความจำ
2. ปัญหาด้านพีชคณิต
3. ปัญหาที่เป็นการประยุกต์ใช้
4. ปัญหาที่ไม่สมบูรณ์หรือให้ค้นหาส่วนที่หายไป
5. ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

Bitter et. al. (1989: 37) แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended) เป็นปัญหาที่มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบปัญหาลักษณะนี้จะมองว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่สำคัญมากกว่าคำตอบ
2. ปัญหาที่ค้นพบ (Discovery) เป็นปัญหาที่จะได้คำตอบในขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญหาเป็นปัญหาที่มีวิธีแก้หลายวิธี
3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ (Guided Discovery) เป็นปัญหาที่มีลักษณะร่วมของปัญหา มีคำชี้แนะ และคำชี้แจงในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนอาจไม่ต้องค้นหาหรือไม่ต้องกังวลในคำตอบ

Reys et. Al. (1992: 29) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่คุ้นเคย (Routine Problem) เป็นปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเป็นเรื่องราว มีโครงสร้างของปัญหาไม่ซับซ้อนนักและคล้ายกับตัวอย่างหรือปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์ในการแก้มาแล้ว

2. ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine Problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน เป็นปัญหาแปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ในการแก้ปัญห ผู้แก้ปัญหต้องใช้ความรู้และประสบการณ์หลายอย่างประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดวิธีแก้ปัญหาในการแบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งซึ่งการสอนการแก้ปัญหที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์น่าจะเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหที่ไม่คุ้นเคย เป็นปัญหาที่ซับซ้อนและหลายขั้นตอนเป็นปัญหากระบวนการเป็นปัญหาประยุกต์ ซึ่งเป็นทั้งปัญหาให้ค้นหาและปัญหาให้พิสูจน์ที่ต้องแสดงเหตุผลและเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหต้องใช้กระบวนการคิดระดับสูง ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่าสามารถใช้กระบวนการแก้ปัญหได้หลากหลายวิธี เพื่อเป็นการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

สมนึก ภัททิยธนี (2550: 119) ได้แบ่งรูปแบบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โจทย์ปัญหาที่ปรากฏอยู่ในหนังสือแบบเรียน (Typical Textbook Problem) เป็นปัญหาที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินการ (Operation) เบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ และการหาร เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์หรือนำความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการเหล่านี้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้

2. โจทย์ปัญหาที่แสดงกระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่พบในหนังสือทั่วไป ปัญหาเหล่านี้จะเน้นเทคนิคหรือกลวิธีในการแก้ปัญห เน้นกระบวนการแก้ปัญหามากกว่าผลลัพธ์หรือคำตอบ

พิศมัย ศรีอำไพ (2533: 3-4) ได้กล่าวถึงชนิดของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่ามี 4 ชนิดคือ

1. ปัญหาขั้นตอนเดียว (One - step Problem) เป็นปัญหาที่นักเรียนต้องแปลงสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวให้เป็นประโยชน์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณหรือการหาร

2. ปัญหาหลายขั้นตอน (Multiple - step Problem) เป็นปัญหาที่มีจำนวนของการดำเนินการมากกว่าหนึ่งตัว

3. ปัญหากระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแปลงประโยคทางคณิตศาสตร์โดยการเลือกการดำเนินการได้ทันที แต่จะต้องใช้กระบวนการต่างๆ ช่วย เช่น การปัญหาให้ง่าย การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ การเขียนแผนภาพ การเขียนกราฟ

4. ปัญหาการประยุกต์ (Applied Problem) หรือปัญหาเชิงสถานการณ์ (Situational Problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามักจะต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งจะต้องใช้วิธีการต่าง ๆ ทางทางคณิตศาสตร์

กล่าวโดยสรุป โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. โจทย์ปัญหาที่มีรูปแบบ ได้แก่ โจทย์ปัญหาที่ปรากฏอยู่ในหนังสือเรียน และหนังสือทั่ว ๆ ไป เป็นโจทย์ที่ต้องการคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องโดยใช้วิธีการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยตรง

2. โจทย์ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบ เป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนแสดงกระบวนการหรือขั้นตอนในการหาคำตอบ ได้แก่ โจทย์ปัญหาที่นักเรียนต้องประยุกต์ใช้ความรู้ การตัดสินใจเลือกกระบวนการหรือขั้นตอนในการหาคำตอบ ได้แก่ โจทย์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ต่างกัน ดังนี้

Polya (1996: 435 อ้างอิงจาก สมศักดิ์ โสภณพินิจ, 2527: 67) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหามีทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) ต้องเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และเพียงพอสำหรับแก้ปัญหาหรือไม่ สามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ ถ้ายังไม่ชัดเจนอาจใช้การวาดรูปและแยกแยะสถานการณ์หรือเงื่อนไข โจทย์ออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา (Devising a Plan) ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของข้อมูลต่าง ๆ ชัดขึ้น เป็นขั้นที่ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ถาม กับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ หากไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนการแก้ปัญหาดังนี้

1. โจทย์ลักษณะนี้เคยพบเห็นหรือไม่ คล้ายกับโจทย์ที่ทำมาแล้วอย่างไร
2. เคยพบโจทย์ลักษณะนี้เมื่อไร และใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา
3. ถ้าอ่านโจทย์ครั้งแรกไม่เข้าใจ ควรอ่านอีกครั้ง แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของปัญหานี้กับปัญหาที่เคยพบมาก่อน

ขั้นที่ 3 การดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) ลงมือปฏิบัติตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ โดยเลือกวิธี บวก ลบ คูณ หรือหารมาใช้

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการตรวจสอบว่าผลลัพธ์ที่ได้ ถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ ตลอดจนกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะใช้กระบวนการตรวจสอบว่าผลลัพธ์ ตรงกันหรือไม่

Peter (1984: 1062-A) ได้สรุปขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 อ่านโจทย์ปัญหาอย่างพิถีพิถัน

ขั้นที่ 2 หาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 กำหนดสัญลักษณ์ตัวที่ไม่ทราบค่า

ขั้นที่ 4 เขียนความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ไม่ทราบค่าและสิ่งที่ทราบค่าเพื่อกำหนด

กระบวนการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 คาดคะเนคำตอบ

ขั้นที่ 6 คิดคำนวณแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบคำตอบ

ขั้นที่ 8 สรุปคำตอบ

Wilson et. al. (1993: 60 - 62) กล่าวถึง การแก้ปัญหา เป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. อ่านปัญหา

2. พิจารณาปัญหา

3. แก้ปัญหา

4. ตรวจสอบคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 7) ได้กำหนด กระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

1. ทำความเข้าใจปัญหา

2. หาวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ใช้ของจริง การเขียนภาพ การเขียน รายการที่สำคัญของปัญหา คิดตามเหตุผล

3. ลงมือแก้ปัญหตามวิธีการที่คิดไว้ว่าได้ผล ถ้าไม่ได้ผลก็หาวิธีใหม่มาลองจนได้ คำตอบ

4. ตรวจสอบคำตอบ

ทิตินา เขมมณี (2545: 126) ได้กล่าวถึงกระบวนการที่ใช้คิดหาวิธีการแก้โจทย์ ปัญหา โดยมีขั้นตอนย่อย ๆ คือ แปลโจทย์ในเชิงภาษา หาวิธีแก้ปัญหาโจทย์ วางแผน ปฏิบัติตาม ขั้นตอน และตรวจสอบคำถาม ดังนั้นจึงพอสรุปถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจกับปัญหา เพื่อหาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร และโจทย์ กำหนดอะไรให้บ้าง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา จะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ใดในการแก้ปัญหาการ
บวกการลบ การคูณ หรือการหาร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ หรือการคิดคำนวณหาคำตอบนั่นเอง

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ว่าถูกต้องหรือไม่

จากความหมายข้างต้นพอสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น
ความสามารถของบุคคลที่พยายามใช้ความคิด ประสบการณ์ วิธีการหรือแนวทางต่างๆ มาแก้ปัญหา
ด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนคือ เข้าใจโจทย์ปัญหา วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา
ดำเนินการหาคำตอบ และการตรวจสอบคำตอบ

4. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

แนวทางในการแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหา นักแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีวิธี
ในการแก้ปัญหาที่พร้อมจะเลือกออกมาใช้ได้ทันทีทันใดที่เผชิญปัญหา นักการศึกษาหลายท่านได้
เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 66-67) ได้เสนอวิธีการพัฒนาความสามารถในการ
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์ขั้นตอนการแก้ปัญหามาเป็นวิธีการพัฒนา ดังนี้

1. พัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา

1.1 การพัฒนาทักษะการอ่าน โดยวิเคราะห์ความสำคัญ ความเข้าใจในปัญหา
เป็นรายบุคคล หรือกลุ่ม อภิปรายความเป็นไปได้ของคำตอบ ความเพียงพอหรือความเกินพอของ
ข้อมูล

1.2 การใช้กลวิธีเพื่อเพิ่มพูนความเข้าใจ

1.2.1 การเขียนภาพ แผนภาพ หรือแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์
ของข้อมูล ช่วยทำให้ข้อมูลมีความเป็นรูปธรรม ทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.2.2 ลดปริมาณที่กำหนดในปัญหาให้น้อยลง เพื่อเน้นโครงสร้างของ
ปัญหาให้มีความชัดเจนขึ้น โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้และความมีเหตุผล

1.2.3 การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา

1.2.4 การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ให้เป็นเรื่องที่สอดคล้องกับ
ชีวิตประจำวัน

1.3 การใช้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน มาให้ผู้เรียนฝึกทำความเข้าใจ
โดยกำหนดข้อมูลเกินความจำเป็นหรือไม่เพียงพอ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกวิเคราะห์ว่าข้อมูลที่กำหนดให้
ข้อมูลใดไม่ได้ใช้ หรือข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผน ถ้าโจทย์ปัญหามีความซับซ้อนควรฝึกให้ผู้เรียน เขียนประโยคสัญลักษณ์และเขียนหรือพูดลำดับขั้นตอนการคิดอย่างคร่าว ๆ ก่อนลงมือทำ เพราะขั้นตอนดังกล่าวเป็นเสมือนการวางแผนแก้ปัญหา

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ในการดำเนินการตามแผนผู้เรียนต้องตีความขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนและประเมินความสามารถที่จะดำเนินการได้หรือไม่

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ การตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครอบคลุมประเด็นสำคัญ 2 ประเด็น คือ ประเด็นแรก ตรวจสอบขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการอีกครั้งหนึ่งรวมทั้งหาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา ประเด็นที่ 2 คือ มองไปข้างหน้าเป็นการใช้ประโยชน์จากกระบวนการแก้ปัญหาโดยสร้างสรรค์ปัญหาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันขึ้นมาใหม่

กรมวิชาการ (2545: 195) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเอง จัดสถานการณ์ปัญหาหรือเกมที่น่าสนใจท้าทายให้อยากคิด นอกจากนั้นผู้สอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในด้านต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งแนวทางในการพัฒนามีดังต่อไปนี้

1. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนให้อ่านและทำความเข้าใจปัญหาโดยเริ่มจากการตั้งคำถามเพื่อเป็นแนวทางที่ใช้ระบุประเด็นปัญหา ตัวแปรสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแล้วเพิ่มความซับซ้อนของปัญหาโดยปรับเปลี่ยนขนาดของปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่อยู่ในปัญหา

2. พัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนให้แก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการคิดวางแผนด้วยตนเองก่อนลงมือทำและควรฝึกฝนการคิดวางแผนอย่างสม่ำเสมอ

3. พัฒนาความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ผู้เรียนควรฝึกการแสดงวิธีหาคำตอบตามลำดับความคิดที่วางแผนไว้ ในขณะที่ดำเนินการแก้ปัญหาควรมีการบันทึกรายละเอียดของการแก้ปัญหาไว้

4. พัฒนาความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนคือ ขั้นแรกการมองย้อนกลับเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการและขั้นที่สองต้องฝึกการขยายมโนทัศน์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่มีลักษณะเดียวกัน

จากแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ส่งเสริมให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนการพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา ความสามารถในการวางแผนความสามารถในการดำเนินการตามแผน และความสามารถในการตรวจสอบการแก้ปัญหา ซึ่งในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นไม่ควรวัดที่ผลผลิตอย่างเดียว แต่ควรวัดทั้งกระบวนการและขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมด จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถและทักษะต่าง ๆ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1. ความหมายของวิจัยปฏิบัติการ

ทวีป ศิริรัศมี (2537: 10) ได้อธิบายว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มุ่งนำหลักการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหอย่างเฉพาะ ไม่ได้มุ่งเพื่อนำไปใช้กับสภาพการณ์อื่น ๆ โดยทั่วไปนอกเหนือจากสภาพการณ์ที่ศึกษา เป็นการท วิจัยที่ง่ายและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการทำงานจริง

ประพนธ์ เจียรกุล (2539: 16) ได้อธิบายว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลไปปรับปรุงเฉพาะหน้าหรือนำไปปรับปรุงงานในหน้าที่ของตนหรือทั้งหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งที่เฉพาะเจาะจง ไม่ได้มุ่งที่จะนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้ในกรณีทั่ว ๆ ไป

ประวีต เอรารวรรณ (2545: 7) ได้สรุปให้ความหมายของคำว่า การวิจัยปฏิบัติการ หมายถึงกระบวนการศึกษาค้นคว้าร่วมกันอย่างเป็นระบบของผู้ปฏิบัติงานเพื่อทำความเข้าใจต่อปัญหาหรือข้อสงสัยที่กำลังเผชิญอยู่ และได้ให้แนวทางปฏิบัติหรือวิธีการแก้ไขปรับปรุงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นในการปฏิบัติงานซึ่งถ้ากล่าวในบริบทของโรงเรียนก็คือ การวิจัยที่เกิดขึ้นในโรงเรียนและชั้นเรียน โดยที่ครูพยายามปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเองจากการสะท้อนตนเอง การหาข้อสรุปเพื่อแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ รวมทั้งการใช้ความเข้าใจและมโนทัศน์ของตนเองมากกว่าของผู้เชี่ยวชาญ การวิจัยปฏิบัติการจึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้องได้ใช้ความสามารถหรือควบคุมสภาพการณ์ที่เป็นอยู่ด้วยตัวเอง

ชาญวิทย์ โสภิตะชา (2546: 39) ได้ให้ความหมายของคำว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่า เป็นการวิจัยประยุกต์ที่ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาและเพื่อปรับปรุงและพัฒนางานโดยใช้กระบวนการดำเนินการเป็นวงรอบ (Spiral) ดำเนินการทั้ง 4 ขั้นตอนในแต่ละวงรอบของการวิจัยคือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกตและการสะท้อนผลการปฏิบัติ ผลการปฏิบัติการวิจัย จะทำให้งานที่กำลังทำอยู่ดีขึ้นมีประสิทธิภาพขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น

สุวิทย์ จันทรเพ็ชร (2548: 74) ได้กล่าวให้ความหมายของคำว่า การวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยปฏิบัติการเป็นรูปแบบวิธีการที่มีการศึกษาร่วมกันอย่างเป็นระบบต่อเนื่อง มี

ขั้นตอนหมุนเวียนกันอยู่ตลอดเวลาในวงจรปฏิบัติ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของการปฏิบัติงาน เป็น วงจรคุณภาพ 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observation) และการสะท้อนผลการปฏิบัติ(Reflection)

จากความหมายของวิจัยปฏิบัติการในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เป็นการศึกษาหรือ ค้นคว้าปัญหาที่มุ่งเน้นไปเฉพาะเจาะจงของปัญหานั้นๆ ที่ผู้วิจัยต้องการที่จะแก้ปัญหาย่างเร่งด่วน เพื่อปรับปรุงหรือแก้ไขโดยมีกระบวนการดำเนินการเป็นวงรอบ ที่หมุนเวียนกันอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของการพัฒนาอย่างสูงสุด

2. รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis & McTaggart (1998: 11) ได้กำหนดรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Plan) เป็นขั้นที่กำหนดรายละเอียดของแผนงานว่าใครเป็นผู้กระทำ มีกลวิธีการสอนอย่างไร ทำเมื่อไหร่ รวมทั้งการวางแผนในการสังเกตและควบคุมการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น กำหนดกลวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

3. ขั้นเก็บข้อมูลการสังเกต (Observe) สังเกตและบันทึกผลการสังเกต

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) สะท้อนสิ่งที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2538: 12) กำหนดรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า ประกอบด้วย

1. ขั้นวางแผน (Planing) วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครู ของนักเรียน ของวิชาและของสิ่งแวดล้อม และออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

2. ขั้นปฏิบัติการ (Acting) นำแผนการจัดการเรียนการสอนไปใช้ในชั้นเรียน

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observing) เก็บรวบรวมข้อมูล

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflecting) สะท้อนผลการปฏิบัติ สรุปสิ่งที่ทำได้ และสิ่งที่เป็นปัญหา

กิตติพร ปัญญาภิบาล (2549: 12) ได้กำหนดรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Plan) หาปัญหา สาเหตุ หาวิธีการแก้ปัญหาวิธีการสอน รวบรวมข้อมูลและวางแผนการสร้างเครื่องมือการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สร้างเครื่องมือ และวางแผนการสอน

2. ขั้นปฏิบัติและรวบรวมข้อมูล (Act and Observe) วางแผนการวัดผลความรู้พื้นฐาน วัดความรู้พื้นฐาน วางแผนการปรับพื้นฐาน ปรับพื้นฐาน และวิเคราะห์ผล วางแผนการสอน

3. ทบทวนและประเมินผลเพื่อปรับแผน (Reflect : Review & Evaluate)

สุวิมล ว่องวานิช (2553: 23) ได้กำหนดรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า ประกอบด้วย

1. ขั้นวางแผน (Plan) วางแผนหลังจากวิเคราะห์และกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการ
2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) ปฏิบัติตามแผนงานที่กำหนด
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) สังเกตผลที่เกิดขึ้นหลังจากการปฏิบัติงาน
4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) สะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงานให้ผู้มีส่วนร่วมได้วิพากษ์วิจารณ์ และนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขต่อไป

จากรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยจะต้องสำรวจปัญหาที่ต้องการแก้ไขอย่างเร่งด่วนรวมทั้งศึกษาวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ ให้ประสบผลสำเร็จ โดยผู้วิจัยต้องวางแผนเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นขั้นที่จะต้องดำเนินตามแผนที่วางไว้ในขั้นแรก
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยจะต้องใช้เครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บ

ข้อมูล

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) เป็นขั้นที่จะต้องวิเคราะห์ข้อมูลว่า เพื่อสรุปผลว่าเป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายไว้หรือไม่ และถ้ายังไม่บรรลุตามเป้าหมายจะต้องค้นหาจุดบกพร่องเพื่อที่นำไปปรับปรุงต่อไป

การวิจัยในชั้นเรียน

1. ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียน

ทิศนา แคมมณี (2540: 5) ได้กล่าวถึงการวิจัยในชั้นเรียนว่า เป็นการมุ่งนำผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน โดยนำกระบวนการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาครูให้ไปสู่ความเป็นเลิศและมีอิสระทางวิชาการ

นถล เจนอักษร (2544: 15-16) ได้กล่าวเกี่ยวกับการวิจัยของครู (Action Research) ไว้ว่า เป็นงานที่แสดงให้เห็นคุณค่าของการเป็นครู เพราะเป็นการสอนเรื่องราวต่างๆ ในการจัดการเรียนการสอนต่อสาธารณชน ดังนั้นครูควรได้รับการสนับสนุนให้ทำวิจัยโดยไม่จำเป็นว่ารูปแบบการวิจัยจะต้องเหมือนกับการวิจัยทั่วไป การที่งานวิจัยของครูปฏิบัติในห้องเรียนส่วนใหญ่จึงเรียกว่าวิจัย

ในชั้นเรียน (Classroom Research) หรือการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research)

สุวิมล ว่องวานิช (2544: 11) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนว่า เป็นการวิจัยที่ต้องดำเนินการไปกับการปฏิบัติงานของครู โดยใช้กระบวนการที่น่าเชื่อถือ เป็นระบบ เพื่อค้นหาคำตอบในสภาพการณ์ของชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้วิจัยและนำผลการวิจัยไปใช้ การวิจัยในชั้นเรียนมีเป้าหมาย 3 ประการ คือ

1. เพื่อแก้ปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือพฤติกรรมของผู้เรียน
2. เพื่อค้นหาคำตอบต่อข้อสงสัยในการปฏิบัติงานของครู
3. เพื่อพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอน

Mettetal (2001: 1 อ้างอิงจาก พรชัย หนูแก้ว, 2545: 32) ได้ให้ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียนว่า เป็นการวิจัยที่ออกแบบเพื่อช่วยเหลือให้ครูได้ค้นหาสิ่งที่เกิดขึ้นในห้องเรียน แล้วใช้ข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจในอนาคตโดยวิธีที่ใช้อาจเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เชิงปริมาณ การวิจัยเชิงบรรยายหรือการวิจัยเชิงทดลองก็ได้

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยในชั้นเรียนเป็นการวิจัยที่มีเป้าหมายเพื่อให้ครูได้ค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนจริงหรือสภาพปัญหาจริง แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาศึกษาหาแนวทาง วางแผนในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นงานที่ครูต้องทำควบคู่ไปกับการเรียนการสอน

2. ความสำคัญของการวิจัยในชั้นเรียน

Mary et al (2003: 10-11) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการวิจัยในชั้นเรียนโดยแยกเป็นประเด็นได้ 6 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. ประเด็นเกี่ยวกับงานที่เกี่ยวข้อง
 - 1.1 เป็นการแสดงภาพ แนวทางการจัดการเรียนการสอนให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ
 - 1.2 เป็นการแสดงให้เห็นผู้บริหาร ผู้ปกครอง นักเรียน หรือแม้แต่ตัวผู้สอนได้ทราบว่าการปฏิบัติการสอนมีประโยชน์อย่างไร
2. ประเด็นเกี่ยวกับเพื่อนร่วมงาน
 - 2.1 ทำให้มีเวลาที่จะคุยกับเพื่อนร่วมงานเกี่ยวกับกิจกรรมการสอน
 - 2.2 พัฒนาความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงานได้ดีขึ้น
3. ประเด็นเกี่ยวกับการพัฒนาบุคลากรและวิชาชีพ
 - 3.1 เป็นการสนับสนุนและผลักดันให้เกิดการพัฒนาตนเองในฐานะผู้สอน
 - 3.2 สร้างความตระหนักว่าแท้จริงแล้ว ความเจริญงอกงามยังไม่ได้เกิดขึ้นอย่างแท้จริง จึงจำเป็นต้องมีโครงสร้างที่เป็นทางการเพื่อสร้างความเจริญขึ้น

4. ประเด็นเกี่ยวกับการเริ่มต้นของตนเอง

ต้องเริ่มต้นที่ตัวเรากับสภาพที่เป็นจริง ไม่ใช่เริ่มต้นตามที่ผู้อื่นคาดหวัง

5. ประเด็นเกี่ยวกับความคงที่แน่นอน

5.1 ในการปฏิบัติจริงต้องเป็นผู้เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ต้องตั้งอยู่บนแนวคิดที่ครูจะช่วยให้ให้นักเรียนเรียนรู้ให้ดีขึ้นได้อย่างไร

5.2 เพื่อสร้างการประสานระหว่างครูที่มีความแตกต่างกันในเรื่องกฎ โรงเรียน พื้นที่ ผลที่เกิดขึ้นจึงทำให้ทุกคนมีวิธีการที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

6. ประเด็นเกี่ยวกับเกณฑ์ในการทำงาน

6.1 เพื่อสร้างรูปแบบใหม่ของการพัฒนาวิชาชีพ

6.2 เพื่อสร้างรูปแบบใหม่ของการวิจัย

6.3 เพื่อสร้างความรู้ใหม่โดยใช้ครูเป็นศูนย์กลาง

สุวิมล ว่องวานิช (2544: 14) กล่าวถึงความสำคัญของการวิจัยในชั้นเรียนไว้ด้วยกัน 7 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. เป็นการเปิดโอกาสให้ครูผู้สอนมีการสร้างองค์ความรู้ทักษะการประยุกต์ที่จะใช้เปลี่ยนแปลงการเรียนให้ดีขึ้น
2. เป็นการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้และสะท้อนผลของการทำงาน
3. เป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติโดยตรง
4. ช่วยทำให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยกระบวนการวิจัย ซึ่งเกิดประโยชน์นำไปสู่การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติและแก้ปัญหา
5. เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วม ทำให้การวิจัยมีความเป็นประชาธิปไตยเกิดการยอมรับในความรู้ของผู้ปฏิบัติ
6. ช่วยตรวจสอบวิธีการทำงานของครูที่มีประสิทธิภาพ
7. ทำให้ครูเป็นผู้นำในการเปลี่ยนแปลง

ประวีต เอรารวรรณ (2545: 2-3) กล่าวถึงความสำคัญของการวิจัยในชั้นเรียนว่า เป็นการวิจัยที่ดำเนินการควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานของครูโดยมีการกระทำอย่างเป็นระบบ มีระเบียบแบบแผนและจำเป็นต้องใช้กระบวนการที่น่าเชื่อถือในการหาคำตอบในสภาพการณ์หรือบริบทของชั้นเรียนอย่างเหมาะสม จนกระทั่งก่อให้เกิดผลดีต่อการศึกษาและวิชาชีพ คือ ให้ผู้เรียนเกิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ชาติรี เกิดธรรม (2545: 13) กล่าวถึงการวิจัยในชั้นเรียนว่า เป็นการวิจัยที่พัฒนาทางเลือกในการแก้ปัญหาโดยตัวของครูผู้สอนที่มีจุดมุ่งหมายคือการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน โดยสามารถบอกความสำคัญของการวิจัยในชั้นเรียนได้ ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนด้วยวิจัย
2. เป็นการพัฒนาวิชาชีพครูให้มีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น
3. เป็นการเผยแพร่ความรู้จากการปฏิบัติจริง
4. เป็นการส่งเสริมความก้าวหน้าทางด้านการวิจัยทางการศึกษาและสามารถนำ

ผลงานเพื่อขอกำหนดตำแหน่งที่สูงขึ้น

จากความสำคัญของการวิจัยในชั้นเรียนที่กล่าวไปข้างต้น สรุปความสำคัญของการวิจัยในชั้นเรียนได้ ดังนี้

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครูให้ตรงตามมาตรฐานและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. ทำให้ผู้เรียนเกิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้านต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
3. เพื่อเป็นการพัฒนาความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน และเกิดการประสานงานทำให้ทุกคนมีการสอนที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน
4. เป็นการแสดงความก้าวหน้าทางวิชาชีพครู ด้วยการเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติจริง

5. ส่งเสริมความก้าวหน้าทางด้านการวิจัยทางการศึกษา
6. สามารถนำผลงานไปใช้กำหนดขอตำแหน่งทางวิชาการที่สูงขึ้นได้

3. ขั้นตอนการวิจัยในชั้นเรียน

Donner (2017: 78) ได้เสนอว่า การวิจัยในชั้นเรียนควรแบ่งออกเป็น 5 ขั้น ดังต่อไปนี้
 ขั้นที่ 1 การกำหนดปัญหา เป็นการอธิบายถึงเหตุที่ต้องทำเรื่องนี้ มีความสำคัญและเป็น ปัญหาในทางปฏิบัติจริง หรือมีคุณค่าต่อความพยายามที่เสียไป มีคำถามได้ถูกระบุให้เห็นอย่างชัดเจน มีขอบเขตชัดเจนที่อยู่ในช่วงที่สามารถมองเห็นและค้นพบได้

ขั้นที่ 2 การวางแผนปฏิบัติการ เป็นการพัฒนาประยุกต์ศาสตร์ใหม่หรือวิธีการใหม่ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาวิจัย โดยพิจารณาว่าจะสามารถทำได้แบบไหนและควรมีลักษณะอย่างไร การกำหนดจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่และส่วนที่สำคัญพิเศษมีอะไรบ้าง อีกทั้งกำหนดว่าจะใช้กรอบเวลาเท่าไรจึงจะทำให้งานนี้บรรลุผลสัมฤทธิ์ได้

ขั้นที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการจำแนกลักษณะของข้อมูล ลักษณะใดบ้างที่จะต้องเก็บรวบรวม เพื่อให้สามารถตอบคำถามการวิจัยได้ อีกทั้งยังต้องมีกระบวนการในการทำให้เกิดความแน่ใจว่าสามารถมองเห็นทุกอย่างได้ครอบคลุมแล้ว ทำการกำหนดว่ามีแหล่งข้อมูลใดบ้าง หรือสารสนเทศจากแหล่งอื่นๆที่จำเป็นที่จะช่วยกำหนดกรอบวิจัย รูปแบบข้อมูลที่เก็บรวบรวมอันจะช่วยในการแปลความหมายสิ่งที่ค้นพบได้

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการสรุปว่าได้สาระอะไรบ้างจากข้อมูล รูปแบบ ความรู้เชิงลึกหรือความเข้าใจใหม่ที่ค้นพบ โดยมีการแปลความหมายของรูปแบบที่ค้นพบและความรู้ใหม่ที่ได้จากการปฏิบัติจริง

ขั้นที่ 5 วางแผนเพื่อการวิจัยในอนาคต เป็นขั้นที่เราจะนำองค์ความรู้ต่างๆที่ค้นพบ มาใช้ในการวางแผนในการจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างจากเดิมได้อย่างไร อีกทั้งมีข้อเสนอแนะ ใดบ้างที่ต้องการให้ผู้ที่ต้องการนำการวิจัยของเราไปต่อยอดหรือนำไปแก้ไขปรับปรุง และท้ายสุดจะมี วิธีการเขียนสรุปสิ่งที่เราค้นพบอย่างไร เพื่อให้สิ่งที่เราค้นพบเป็นประโยชน์แก่ผู้อื่น

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2544: 3-5) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยในชั้นเรียนที่ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้เป็นจุดเริ่มต้นในการวางแผนเพื่อพัฒนาการเรียนรู ซึ่งทำให้ทราบปัญหาและการดำเนินการเพื่อการแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านั้นอาจได้มาจากการ สังเกต การสอบถาม หรือการตรวจผลงานของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ครูสามารถรู้และเข้าใจถึงปัญหาและ นำไปสู่การกำหนดปัญหาการวิจัย (Research Problem) ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้เพื่อค้นหาคำตอบและ แนวทางในการดำเนินการต่อไป

ขั้นที่ 2 การเลือกนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา เมื่อพบปัญหาในการเรียนรู้แล้ว ครู นักวิจัยจะต้องเลือกนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสม ในการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือพัฒนาการเรียนรูเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียนให้มี คุณภาพ

ขั้นที่ 3 การออกแบบและสร้างนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา เป็นการออกแบบ นวัตกรรมกระบวนการแก้ปัญหาตามที่ได้เลือกไว้ในขั้นที่ 2 การออกแบบนวัตกรรมจะช่วยให้ครู นักวิจัยเห็นภาพโครงสร้างของนวัตกรรมซึ่งสะดวกต่อการจัดทำต่อไป หากต้องการให้ได้นวัตกรรมที่มี คุณภาพ มีความเชื่อมั่นต่อการนำไปใช้มากขึ้น ก็อาจให้เพื่อนครู หรือผู้ช่วยตรวจสอบพิจารณา นวัตกรรมและทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งจะทำให้ได้นวัตกรรมที่มีคุณภาพมากขึ้น

ขั้น 4 การใช้นวัตกรรม วิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนา เป็นขั้นตอนของการนำ นวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาที่จัดทำไว้ไปใช้กับประชากรหรือกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการพัฒนาตาม ระยะเวลาที่กำหนดไว้ แล้วสังเกตผลหรือเก็บรวบรวมข้อมูลและนำไปวิเคราะห์ข้อมูล การสรุป ผลการวิจัยและเขียนรายงานวิจัยต่อไป

ขั้นที่ 5 การสรุปและรายงานผลการวิจัย เป็นการสรุปข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัยหรือ วิธีการแก้ปัญหาที่นำไปใช้ว่าพัฒนาผู้เรียนได้อย่างไรแล้วเขียนไว้เป็นหลักฐานการปฏิบัติงานใน รูปแบบของการวิจัย โดยอาจเขียนแบบไม่เน้นวิชาการหรือแบบกึ่งวิชาการก็ได้

วาร์ เพ็งสวส์ต์ (2546: 4-5) ได้กล่าวถึงกระบวนการทำวิจัยในชั้นเรียนว่าเป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สำรองและวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญในการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาในการพัฒนาการเรียนการสอน ในการสำรองและวิเคราะห์ปัญหาสามารถกระทำได้ในหลายรูปแบบ เช่น การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น หากครูผู้สอนพบปัญหาหลายปัญหา ควรพิจารณาจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาว่าปัญหาใดควรจะได้รับแก้ไขหรือพัฒนา ก่อนขั้นตอนนี้จะนำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหาของการวิจัยจากแหล่งข้อมูล

ขั้นที่ 2 การกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจะต้องศึกษาเอกสารต่างๆ เช่น วารสาร บทความ ผลงานวิจัย คู่มือ แนวคิดทฤษฎีต่างๆ ตลอดจนประสบการณ์ของครูผู้สอน ซึ่งจะช่วยให้ทราบว่าปัญหาของเรามีผู้ศึกษาไว้บ้างหรือยังใช้วิธีหรือนวัตกรรมใดในการแก้ปัญหาเหล่านั้นใน ขั้นตอนนี้จะนำไปสู่ขอบเขตของการวิจัยและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ขั้นที่ 3 พัฒนาการหรือนวัตกรรม ในขั้นนี้ครูผู้สอนต้องกำหนดวิธีการหรือสร้างนวัตกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนา แล้วดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือ แล้วจัดทำเป็นต้นแบบให้เสร็จสมบูรณ์ แล้วนำไปให้เพื่อนครูหรือนักวิชาการที่เกี่ยวข้องให้ความคิดเห็น เพื่อนำข้อคิดเห็นต่างๆไปปรับปรุงและนำไปใช้ในการแก้ไขหรือพัฒนาต่อไป ขั้นตอนนี้จะนำไปสู่ตัวแปรที่ศึกษาและวิธีการที่จะพัฒนาหรือแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 นำวิธีการหรือนวัตกรรมไปใช้ ในขั้นนี้เป็นการนำวิธีการหรือนวัตกรรมที่สร้างขึ้นโดยใช้โดยระบุขั้นตอนในการปฏิบัติว่าจะใช้กับใคร เมื่อใด อย่างไร และทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ขั้นตอนนี้ต้องมีเครื่องมือและวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลรวมทั้งแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 5 สรุปผล ขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยเลือกใช้สถิติให้เหมาะสมกับข้อมูลที่รวบรวมได้แล้วสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล หากยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาก็ทำตามที่ต้องการก็ทำการแก้ไขปรับปรุง โดยย้อนไปค้นหาวิธีการหรือนวัตกรรมใหม่แล้วพัฒนาวิธีการหรือนวัตกรรมไปใช้อีกครั้งจนสามารถแก้ปัญหาที่ต้องการ แล้วเขียนสรุปผลการดำเนินงานตั้งแต่ขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 4 ขั้นตอนนี้จะได้ผลการวิจัยที่นำไปสู่การพัฒนาการเรียนการสอนหรือการแก้ปัญหา

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ (2558: 188-189 อ้างอิงจาก Kemmis & McTaggart, 1988: 521) ได้กล่าวถึงการดำเนินการวิจัยในชั้นเรียน ตามแนวคิดเชิงปฏิรูป ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

ขั้นการวางแผน (Planning: P) เป็นขั้นตอนการเตรียมการจัดการเรียนรู้ของครู เช่น การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ (แผนการสอน) การเตรียมสื่อ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล (แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบสอบถาม ฯลฯ) เป็นต้น

ขั้นการปฏิบัติ (Action: A) เป็นขั้นตอนต่อเนื่องจากขั้นตอนการวางแผน นั่นคือการดำเนินการจัดการเรียนรู้ หรือดำเนินกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียน ซึ่งอาจเป็นปัญหาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ หรือพฤติกรรมลักษณะอันพึงประสงค์

ขั้นการสังเกต (Observation: O) เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการจัดการเรียนรู้ หรือดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาผู้เรียน จะใช้การสังเกตผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน มีการดำเนินการทดสอบหรือสัมภาษณ์พูดคุย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งในขั้นตอนนี้จะดำเนินการขณะจัดการเรียนรู้ หรือจัดกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาผู้เรียน

ขั้นการสะท้อนผล (Reflection: R) เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากการสังเกต โดยนำข้อมูลจากการสังเกต การสัมภาษณ์หรือข้อมูลมาไตร่ตรอง เปรียบเทียบกับผลหรือเกณฑ์ที่ตั้งเป้าหมายไว้ ยังห่างจากเป้าหมายมากน้อยเพียงใด เพื่อจะได้เตรียมปรับแผนในการดำเนินการต่อไป

จากขั้นตอนการวิจัยในชั้นเรียนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการวิจัยในชั้นเรียนตามแนวคิดเชิงปฏิรูปของ Carr, Kemmis and McTaggart เพราะมีความเหมาะสมกับบริบทจริง ขั้นตอนไม่ซับซ้อน เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการวางแผน (Planning: P) 2) ขั้นการปฏิบัติ (Action: A) 3) ขั้นการสังเกต (Observation: O) และ 4) ขั้นการสะท้อนผล (Reflection: R) โดยผู้วิจัยได้วางแผนในการวิจัยไว้ทั้งสิ้น 3 วนรอบ

โรงเรียนสารคามพิทยาคม

บริบทของโรงเรียนสารคามพิทยาคม

โรงเรียนสารคามพิทยาคมตั้งอยู่ที่เขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม เป็นโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มหาสารคาม เขต 1 กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งอยู่ที่ถนนนครสวรรค์ เทศบาลเมืองมหาสารคาม ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม มีบริเวณพื้นที่ทั้งหมด 36 ไร่ 2 งาน เดิมเปิดสอนเฉพาะนักเรียนชายในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ส่วนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รับทั้งนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย ในปีการศึกษา 2538 กรมสามัญศึกษาอนุญาตให้เปิดสอนสหศึกษา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนสารคามพิทยาคมเปิดทำการสอนนักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 แต่ละระดับชั้นมี 16 ห้องเรียน ดังนี้

ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย

1. หลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ (Gifted) 4 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน

2. หลักสูตรห้องเรียนหลักสูตรภาษาอังกฤษ (English Program) 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 30 คน

3. หลักสูตรห้องเรียนทั่วไป 8 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 50 คน
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

1. หลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ (Gifted) 4 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 30 คน

2. หลักสูตรห้องเรียนหลักสูตรภาษาอังกฤษ (English Program) 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน

3. หลักสูตรห้องเรียนพิเศษภาษาอังกฤษ - จีน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน

4. หลักสูตรศิลป์ - ภาษา 2 ห้องเรียน ห้องละ 50 คน

5. หลักสูตรห้องเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ 8 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 50 คน

6. หลักสูตรห้องเรียนคู่ขนานสายสามัญกับสายอาชีพ 1 ห้องเรียน จำนวน 26 คน

ในการแบ่งนักเรียนออกเป็นรายห้องนั้นแบ่งโดยการใช้เกรดเฉลี่ย ซึ่งนักเรียนที่มีคะแนนใกล้เคียงกันจะได้อยู่ห้องเดียวกัน นักเรียนที่ได้เกรดเฉลี่ยสูงจะอยู่ห้องที่สูง อีกทั้งแต่ละห้องเรียนยังแบ่งย่อยออกเป็นห้อง ก และห้อง ข เนื่องจากจำนวนนักเรียนแต่ละห้องมีจำนวนมากทำให้จำเป็นต้องแบ่งห้องย่อยอีกครั้งเพื่อให้การบริหารจัดการสามารถทำได้โดยสะดวกและมีประสิทธิภาพ

โรงเรียนสารคามพิทยาคมนับได้ว่าเป็นโรงเรียนที่มีประสิทธิภาพสูงในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากมีครุภัณฑ์ที่เพียงพอต่อนักเรียนทุกคน เช่น โต๊ะ เก้าอี้ หนังสือเรียน เป็นต้น อีกทั้งในแต่ละห้องเรียนยังมีอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ โปรเจคเตอร์ เครื่องขยายเสียง ลำโพง ไมโครโฟน เครื่องฉายภาพ 3 มิติ จะเห็นได้ว่าโรงเรียนสารคามพิทยาคมสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการใช้สื่อหรือเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งทางกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ได้มีการสนับสนุนให้ผู้สอนใช้เครื่องมือต่างๆเหล่านี้ในการจัดการเรียนการสอน อันจะส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่าย สะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีโอกาสในการฝึกสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยทำการฝึกสอนอยู่ 3 ห้อง คือ ห้อง 4/7, 4/8 และ 4/12 จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยครูผู้สอนแต่ละท่านได้ให้ความเห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถทำโจทย์หรือแบบฝึกหัดได้เพราะเกิดจากการที่นักเรียนไม่

มีความรู้พื้นฐานเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการทำแบบฝึกหัดอีกทั้งในบางครั้งตัวนักเรียนเองยังไม่เข้าใจ โจทย์เพียงพอเพราะนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์หรือแบบฝึกหัดได้ทำให้นักเรียนไม่รู้ว่า จะเริ่มต้นแก้ปัญหาอย่างไรเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในปัจจุบันยังมาคอยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึก วิเคราะห์โจทย์สักเท่าไร เมื่อผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่ม นี้โดยการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนส่วนมากยังขาด ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

จากผลการสำรวจข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 47 คนเป็นกลุ่มเป้าหมายในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้อยู่ในระดับ ดีมาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ เนื่องจากเป็น ห้องเรียนที่จำนวนนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ใน ระดับต้องปรับปรุง คือมีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ทยา มาระเนตร์ (2552: 108) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลสัมฤทธิ์ของการประยุกต์เทคนิค K-W-D-L ในการสอนเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เกี่ยวกับการวัด ค่ากลางตำแหน่งที่ และการ กระจายของข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วัตถุประสงค์ เพื่อสร้างบทเรียนการนำไปใช้ แนวทางใหม่ของการประยุกต์เทคนิค K-W-D-L ในการสอนเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การประยุกต์เทคนิค K-W-D-L ในการสอน กับการเรียนการสอนปกติ และ ศึกษาความแตกต่างและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่ม เรียนอ่อนกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 78 คนโรงเรียนท่า มะกาวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ และ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพทางการเรียน โดยการ ประยุกต์เทคนิค K-W-D-L ในการสอนสูงกว่าประสิทธิภาพทางการเรียนโดยการเรียนการสอนปกติ 2) ประสิทธิภาพทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลางและกลุ่มเรียนอ่อนที่เรียนโดย เทคนิค K-W-D-L จะสูงกว่าประสิทธิภาพทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อนที่มีการเรียนการสอนปกติตามลำดับ สูงขึ้นร้อยละ 36.673)ผลสัมฤทธิ์การประยุกต์ เทคนิค K-W-D-L ในการสอนจะสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ที่ใช้การเรียนการสอนแบบปกติตามนัยสำคัญทาง สถิติ .01 4) ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อนที่

เรียนโดยเทคนิค K-W-D-L จะสูงกว่าผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง กลุ่มเรียนปานกลาง และกลุ่มเรียนอ่อนที่มีการเรียนการสอนแบบปกติตามนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

กัญชนก กามะพร (2553: 86-87) ได้ทำการศึกษาค้นคว้า เรื่อง การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบ SSCS กับการสอนแบบ KWDL กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนธารทองพิทยาคม อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 70 คน จาก 2 ห้องเรียน พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบ SSCS และนักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบ KWDL มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งสามตัวแปร 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบ KWDL มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบ SSCS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .0001$)

จิราภรณ์ อุปภา (2554: 92-93) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพโพนทอง อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ $84.29/83.04$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ $75/75$ ที่ตั้งไว้ 2) นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรูแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ มีความพึงพอใจในการเรียนรายช้อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

ทุติยา จันทร์ปลอด (2550: 101-117) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธีการรู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองใน การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องละ 80 คน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการรู้คิดมีความสามารถในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนน

สอบทั้งฉบับและนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ กลวิธีการรู้คิดมี ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จันทร์ขจร มะลิจันทร์ (2554: 141) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการ คิด เชิงเมตาคอกนิชันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับ ตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ โดยกลุ่ม ตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธี เรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบวัดความ ตระหนักในการรู้คิด และแบบสอบถามวัดการกำกับตนเองในการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการ เรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ผ่านเกณฑ์ ร้อย ละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.67 และความสามารถ ใน การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้น กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปัทสนร แก้วพิลาธมย์ (2554: 89-91) ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การศึกษาทักษะการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่เน้นขั้นตอนแก้ปัญหา ของ Polya เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อศึกษาทักษะการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่เน้นขั้นตอนแก้ปัญหาของ Polya และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 73.66 โดยมีนักเรียนจำนวนร้อยละ 76.00 ได้คะแนนทักษะการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับร้อยละ 71.40 และ มีนักเรียนจำนวนร้อยละ 72.00 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

อภิสิทธิ์ โคตรนรินทร์ (2555: 98-102) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน วิชา คณิตศาสตร์ โดยใช้ยุทธวิธี เมตาคอกนิชัน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายผลการใช้รูปแบบการเรียนการ สอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน กระบวนการหรือทักษะเชิงเมตาคอกนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 และมีเจตคติที่ดีต่อ การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมาก และผลสัมฤทธิ์จากการขยายผลและประเมินประสิทธิภาพ ของรูปแบบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลาย พบว่า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Burks (1996: 4019-A) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเขียนในการสอนกระบวนการดำเนินการและข้อชี้แนะยุทธวิธีในการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนเกรด 8 กลุ่มตัวอย่างคือ ครู 5 คน สอนนักเรียนเกรด 8 จำนวน 371 คน ใช้เวลาทดลอง 7 สัปดาห์ โดยมีกระบวนการประกอบด้วยการเข้าถึงการวางแผนการปะทะและการทบทวนซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ยุทธวิธีที่ใช้ประกอบด้วยการค้นหาแบบรูปการเขียนแผนภาพการแจกแจงรายการ/การสร้างตาราง การเดา/การตรวจสอบ และการแก้ปัญหาที่ง่ายกว่า ผลการวิจัยพบว่า การใช้ยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนมีพัฒนาการในทักษะการแก้ปัญหา โดยนักเรียนที่มีความสามารถต่ำจะมีพัฒนาการที่ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถสูง ส่วนด้านเจตคติต่อการแก้ปัญหาพบว่า นักเรียนเกือบทั้งหมดมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ดีนัก กลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงทางลบน้อยกว่ากลุ่มควบคุม แต่ทั้งหมดมีความเห็นร่วมกันว่ากิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนได้สื่อสารและพัฒนาความคิดด้านกระบวนการและยุทธวิธีมากขึ้นและนำเสนอปัญหาอย่างเป็นระบบ

Leppaaho (2004: 298-343) ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 (อายุ 11 ปี) ในประเทศฟินแลนด์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เข้าร่วมในการวิจัยเป็นนักเรียนเกรด 6 (อายุ 11 ปี) ในการดำเนินการวิจัยได้แบ่งห้องเรียนออกเป็น 2 ห้อง คือ ห้องทดลองที่สอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และห้องควบคุมทำการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 ห้องก่อนที่จะสอนหลังจากที่สอนโดยใช้กิจกรรมการแก้ปัญหาเสร็จสิ้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกครั้งและสัมภาษณ์นักเรียนห้องทดลองเพื่อให้ได้ข้อสรุปเพิ่มเติม ผลการวิจัยพบว่าในการทดสอบการแก้ปัญหา กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่เกี่ยวกับเจตคติต่อคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหานักเรียนจะมีเจตคติต่อคณิตศาสตร์ทางบวกในขณะที่เรียนกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนกลายเป็นสิ่งที่มีประสิทธิภาพมากเมื่อพวกเขาทำกิจกรรมการแก้ปัญหามาใช้ในการแก้ปัญหาสิ่งเหล่านี้เป็นภาพที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนจากสมุดบันทึกที่นักเรียนทุกคนใช้ระหว่างการแก้ปัญหา

Shaw et. al. (1997: 482-486) ได้ทำการศึกษารวมกลุ่มแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียนเกรด 4 โดยกลุ่มทดลองใช้การร่วมกลุ่มเพื่อแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เทคนิค KWDL กลุ่มควบคุมทำงานกลุ่มเป็นครั้งคราว ปรากฏผลว่านักเรียนที่เรียนร่วมกลุ่มโดยใช้เทคนิค KWDL มีเจตคติด้านบวก และผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าการสอนปกติ จากนั้นได้

ให้ข้อเสนอแนะว่า การพัฒนาความสามารถ และเจตคติในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ควรเน้น กระบวนการมากกว่าการหาคำตอบ

Al-Shaye (2003: 2777-A) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของกลยุทธ์ในการสอนเพื่อการ ตระหนักในการคิดที่มีต่อการอ่านเพื่อความเข้าใจ และกลยุทธ์เพื่อความเข้าใจของนักเรียนเกรด 11 ในโรงเรียนมัธยมปลายควายาติ โนราวิชากาอาหรับ โดยรูปแบบการอ่านเพื่อการตระหนักในการ คิด 2 อย่าง คือ K-W-L plus และ SQ3R และเปรียบเทียบการสอนแบบปกติโดยใช้แบบทดสอบการ อ่านเพื่อความเข้าใจ (ข้อ 1 - 15) และช่วงหลัง (ข้อ 16 - 46) เป็นคำถามที่สัมพันธ์กับเนื้อหาที่อ่าน ผลการศึกษาพบว่า กลยุทธ์การสอนเพื่อตระหนักในการคิดส่งผลต่อการอ่านเพื่อความเข้าใจดีกว่าการ สอนตามปกติ และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการสอนทั้งสองกลุ่ม แต่ไม่พบ ความแตกต่างระหว่างการสอนเพื่อการตระหนักในการคิด (K-W-L plus และ SQ3R) และพบว่า กลุ่ม ที่ได้รับการสอนเพื่อการตระหนักในการคิดทำคะแนนได้ดีกว่า การสอนตามปกติ ในการทดสอบทั้ง สองอย่าง

Yimer & Ellerton (2006: 575-582) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการกำกับทางปัญญา ผ่านการตอบปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาครูจำนวน 17 คน ซึ่ง ผลจากการศึกษาพฤติกรรมการกำกับทางปัญญาของกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาพัฒนาเป็น โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา (The problem Solving Model of Metacognitive Process) ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญหน้ากับปัญหา (Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดกระบวนการ (Transformation – Formulation) ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติ (Implementation) ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล (Evolution) ขั้น 5 ขั้นซึมซับความคิด (Internalisation) ซึ่งจากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าโมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับ ทางปัญญาสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้ เนื่องจากเป็นโมเดลที่ใช้ปัญหาโดยตรง

Aravena & Caamano (2008: 97) ทำการวิจัยเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ ภาษาญี่ปุ่นและวิธีการแก้ปัญหาของ Polya ในโครงการพัฒนาการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศชิลี ซึ่ง เป็นการร่วมมือระหว่างรัฐบาลชิลีกับรัฐบาลญี่ปุ่น กับนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังจากการจัด ประสพการณ์พบว่า วิธีการแก้ปัญหาของ Polya 4 ขั้นตอน ทำให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าที่ทำให้ นักเรียนสามารถแสดงถึงการผ่านความยากและอุปสรรคของการเริ่มต้นของการ นำเสนอด้วยการ พูด และเขียนแสดงความเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถอธิบายและสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้

Ozsoy & Ataman (2009: 67-82) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการ ใช้กระบวนการกำกับ ทางปัญญาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และทักษะการกำกับ ทางปัญญาของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 47 คน ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 9 สัปดาห์ โดยแบ่ง

นักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 24 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 23 คน กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนด้วยกระบวนการกำกับทางปัญญาโดยใช้กิจกรรมการแก้ปัญหา ซึ่งในระหว่างการดำเนินการจัดกิจกรรมครูจะเป็นผู้ถามคำถามเมื่อจำเป็น เช่น นักเรียนอ่านปัญหานี้แล้วนักเรียนเข้าใจ หรือไม่ นักเรียนคิดว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ เป็นต้น และกลุ่มควบคุมได้รับการสอน แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย กระบวนการกำกับทางปัญญามีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย กลวิธีการกำกับทางปัญญามีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบ ปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลของการศึกษาค้นคว้า เอกสาร งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศแสดงให้เห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เทคนิค KWDL และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา เป็นวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้น มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์นอกจากนี้ยังส่งผลต่อกระบวนการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และกระบวนการแก้ปัญหาตลอดจนมีความรู้ความสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อีกด้วยดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการสอนทั้ง 3 วิธีนี้มาใช้ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการศึกษา เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 จำนวนนักเรียนได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่อ้างอิงมาจางานวิจัยของ มณีรัตน์ พันธุดา (2556: 165-170) ซึ่งเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยคำถามแบบปรนัยจำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 30 คะแนน โดยจะนำคะแนนที่ได้มาเทียบเป็นร้อยละเพื่อนำไปจัดระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งคะแนนจากแบบทดสอบถูกแบ่งออกเป็น 4 ระดับคือ คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ระดับดีมาก คือนักเรียนได้คะแนนร้อยละ 80-100 ดี คือนักเรียนได้คะแนนร้อยละ 60-79 พอใช้ คือนักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 50-59 ต้องปรับปรุง คือนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555: 26) ดังปรากฏในตารางที่ 3 เกณฑ์การแบ่งระดับนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้คือมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้อยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์เพราะจากข้อมูลการสำรวจความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์พบว่าจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับดีมากมีจำนวน 4 คน ระดับดี 8 คน ระดับพอใช้ 17 คน และระดับต้องปรับปรุง 22 คน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะมีคะแนนอยู่ในระดับต้องปรับปรุงคือมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มจึงทำให้นักเรียน

ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการจัดการเรียนการสอน โดยผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 เกณฑ์การแบ่งระดับนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ร้อยละของคะแนน	ระดับของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
80 - 100	ดีมาก
60 - 79	ดี
50 - 59	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ต้องปรับปรุง

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 จำนวน 51 คน

เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับความสามารถ	เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับความสามารถ
1A	18	60.00	ดี	27A	12	40.00	ต้องปรับปรุง
2A	7	23.33	ต้องปรับปรุง	28A	16	53.33	พอใช้
3A	15	50.00	พอใช้	29A	12	40.00	ผ่านเกณฑ์
4A	17	56.67	พอใช้	30A	17	56.67	พอใช้
5A	20	66.67	ดี	31A	16	53.33	พอใช้
6A	12	20.00	ต้องปรับปรุง	32A	21	70.00	ดี
7A	16	53.33	พอใช้	33A	11	36.67	ต้องปรับปรุง
8A	15	50.00	พอใช้	34A	16	53.33	พอใช้
9A	14	46.67	ต้องปรับปรุง	35A	10	33.33	ต้องปรับปรุง
10A	16	53.33	พอใช้	36A	19	63.33	ต่ำกว่าเกณฑ์
11A	14	46.67	ต้องปรับปรุง	37A	12	40.00	ต้องปรับปรุง
12A	15	50.00	พอใช้	38A	10	33.33	ต้องปรับปรุง

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ	เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ
13A	8	26.67	ต้องปรับปรุง	39A	24	80.00	ดีมาก
14A	23	76.67	ดี	40A	14	46.67	ต้องปรับปรุง
15A	17	56.67	พอใช้	41A	17	56.67	พอใช้
16A	12	40.00	ต้องปรับปรุง	42A	8	26.67	ต้องปรับปรุง
17A	21	70.00	ดี	43A	11	36.67	ต้องปรับปรุง
18A	14	46.67	ต้องปรับปรุง	44A	16	53.33	พอใช้
19A	16	53.33	พอใช้	45A	16	53.33	พอใช้
20A	20	66.67	ดี	46A	11	36.67	ต้องปรับปรุง
21A	14	46.67	ต้องปรับปรุง	47A	17	56.67	พอใช้
22A	14	46.67	ต้องปรับปรุง	48A	25	83.33	ดีมาก
23A	24	80.00	ดีมาก	49A	13	43.33	ต้องปรับปรุง
24A	13	43.33	ต้องปรับปรุง	50A	16	53.33	พอใช้
25A	23	76.67	ดี	51A	12	40.00	ต้องปรับปรุง
26A	24	80.00	ดีมาก				
\bar{X}	15.57 คะแนน						
$S.D$	4.34						
ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา							
ดีมาก	4 คน	ร้อยละ 7.84					
ดี	8 คน	ร้อยละ 15.69					
พอใช้	17 คน	ร้อยละ 33.33					
ต้องปรับปรุง	22 คน	ร้อยละ 43.14					

จากตารางที่ 4 นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในระดับดีมากมีจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 7.84 ระดับดี 8 คน คิดเป็นร้อยละ 15.69 ระดับพอใช้ 17 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และระดับต้องปรับปรุง 22 คน คิดเป็นร้อยละ 43.14 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกแก้ปัญหาแก่นักเรียนที่อยู่ในระดับ ดี พอใช้และต้องปรับปรุง จำนวน 47 คน โดยจะพัฒนาความสามารถแก้โจทย์

ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและทุกคนผ่านเกณฑ์ คือได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแต่ละวงจรปฏิบัติการมีดังนี้
วงจรปฏิบัติการที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

4. แบบสัมภาษณ์

1. การสร้างและหาคุนภาพเครื่องมือ

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่จัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนสารคามพิทยาคม จุดมุ่งหมายรายวิชา ผลการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย การเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนสารคามพิทยาคม ได้จัดการเรียนการสอนตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยเนื้อหาปรากฏในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560

ภาคเรียนที่	หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้
1	1	ตรรกศาสตร์เบื้องต้น	<ol style="list-style-type: none"> 1. หาค่าความจริงของประพจน์และรูปแบบประพจน์ที่กำหนดให้ได้ 2. บอกได้ว่ารูปแบบของประพจน์ที่กำหนดให้สมมูลกันหรือไม่ 3. บอกได้ว่าการอ้างเหตุผลที่กำหนดให้สมเหตุสมผลหรือไม่
	2	ระบบจำนวนจริง	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำสมบัติต่าง ๆ ของจำนวนจริงและการดำเนินการไปใช้ได้ 2. แก้สมการพหุนามตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสี่ได้ 3. แก้สมการและอสมการในรูปค่าสัมบูรณ์ได้
	3	ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำสมบัติของจำนวนเต็มไปใช้ได้ 2. ใช้สมบัติของจำนวนเต็มในการให้เหตุผลเกี่ยวกับการหารลงตัวได้
2	1	ระบบสมการเชิงเส้นและเมทริกซ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเมทริกซ์และการดำเนินการของเมทริกซ์ 2. หาดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์มิติ $n \times n$ เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มไม่เกินสี่ 3. วิเคราะห์และหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นได้
	2	ภาคตัดกรวย	<ol style="list-style-type: none"> 1. หาระยะระหว่างจุดสองจุด จุดกึ่งกลาง ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด 2. หาความชันของเส้นตรง สมการเส้นตรง เส้นขนาน เส้นตั้งฉากและนำไปใช้ได้ 3. เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นภาคตัดกรวย เมื่อกำหนดส่วนต่างๆของภาคตัดกรวยให้ และเขียนกราฟของความสัมพัทธ์นั้นได้ 4. นำความรู้เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ไปใช้แก้ปัญหาได้

จากการวิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ของภาคเรียนที่ 2 เรื่อง ภาคตัดกรวย มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เนื่องจากเนื้อหาในหน่วยการศึกษานี้ค่อนข้างยาก และมีสูตรเยอะดังนั้นจึงเหมาะสมต่อการที่ครูผู้สอนได้ให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากการที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการที่จะเรียนในบทเรียนนี้

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง ภาคตัดกรวย และได้กำหนดสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ดังปรากฏในตารางที่ 6



ตารางที่ 6 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ภาคตัดกรวย

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	1	เขียน ความสัมพันธ์ ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวย เมื่อกำหนด ส่วนต่างๆ ของภาคตัด กรวยให้และ เขียนกราฟ ของ ความสัมพันธ์ นั้นได้	ภาคตัด กรวยและ สำรวจ วงกลม	นิยามวงกลม วงกลม คือ เซตของจุดบนระนาบซึ่งอยู่ห่างจากจุดคงที่ จุดหนึ่งบนระนาบ เป็นระยะทางเท่ากันเสมอ เรียกจุดคงที่ว่า จุดศูนย์กลางและเรียกระยะทางที่ เท่ากันว่ารัศมีของวงกลม รูปมาตรฐานของวงกลม 1. วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(0,0)$ รัศมียาว r หน่วย จะมีรูปสมการ ดังนี้ $x^2 + y^2 = r^2$	1. นักเรียนสามารถค้นหานิยาม ของวงกลมได้ 2. นักเรียนสามารถสรุปข้อมูล เพื่อหาสมการวงกลมจากข้อมูล ที่กำหนดให้ได้ 3. นักเรียนสามารถนำความรู้ เรื่องวงกลมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เกี่ยวกับวงกลมได้ 4. นักเรียนมีความรอบคอบ	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	2	เขียน ความสัมพันธ์ ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวย เมื่อกำหนด ส่วนต่างๆ ของภาคตัด กรวยให้และ เขียนกราฟ ของ ความสัมพันธ์ นั้นได้	สมการ วงกลมที่มี จุด ศูนย์กลางที่ จุด (h,k)	วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (h, k) รัศมียาว r หน่วย จะมีรูปสมการ ดังนี้ $(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2$ รูปทั่วไปของสมการวงกลม $x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0$ เมื่อ A, B, C เป็นค่าคงที่ จุดศูนย์กลางอยู่ที่ $\left(\frac{-A}{2}, \frac{-B}{2} \right)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าสมการวงกลมที่กำหนดให้มีจุดศูนย์กลางที่ตำแหน่งใด 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบได้ว่าสมการทั่วไปที่กำหนดให้มีกราฟเป็นวงกลมหรือไม่ 3. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องวงกลมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาลักษณะเกี่ยวกับวงกลมได้ 4. นักเรียนมีความรอบคอบ 	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	3	เขียน ความสัมพันธ์ ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวย เมื่อกำหนด ส่วนต่างๆ ของภาคตัด กรวยให้และ เขียนกราฟ ของ ความสัมพันธ์ นั้นได้	การเขียน กราฟของ วงกลม	การเขียนกราฟของวงกลม มีหลักการดังนี้ 1. เปลี่ยนรูปทั่วไปของสมการวงกลมให้อยู่ในรูปมาตรฐานโดยใช้ ความรู้เรื่องสมการกำลังสอง สมบูรณ์เพื่อหาจุดศูนย์กลางและความยาวของรัศมี 2. เขียนกราฟโดยลงจุดศูนย์กลางและความยาว	1. นักเรียนสามารถสร้าง กราฟของสมการวงกลมเมื่อ กำหนดสมการมาให้ได้ 2. นักเรียนสามารถวาด กราฟของวงกลมโดยการให้ ความรู้เกี่ยวกับวงกลมได้ 3. นักเรียนมีความ รอบคอบ	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
2	4	เขียน ความสัมพันธ์ ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวย เมื่อกำหนด ส่วนต่างๆ ของภาคตัด กรวยให้และ เขียนกราฟ ของ ความสัมพันธ์ นั้นได้	สำรวจ พาราโบลา	นิยามพาราโบลา พาราโบลาคือเซตของจุดบนระนาบซึ่งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุด หนึ่งและอยู่ห่างจากเส้นตรงคงที่เส้น หนึ่งเป็นระยะทางเท่ากันเสมอ รูปมาตรฐานของพาราโบลา 1. จุดยอดของพาราโบลา อยู่ที่ (0,0) 1.1 พาราโบลาที่มีแกน x เป็นแกนสมมาตร จะมีรูปสมการ 2 ลักษณะ 1) พาราโบลารูปเปิดด้านขวา หรือตะแคงขวามีรูปสมการ คือ $y^2 = 4cx$ เมื่อ $c > 0$ 2) พาราโบลารูปเปิดด้านซ้าย หรือตะแคงซ้ายมีรูปสมการ คือ $y^2 = 4cx$ เมื่อ $c < 0$	1. นักเรียนสามารถ ค้นหานิยามของ พาราโบลาได้ 2. นักเรียนสามารถ เปรียบเทียบลักษณะ กราฟสมการของ พาราโบลาที่กำหนดให้ ได้ 3. นักเรียนสามารถ นำความรู้เรื่อง พาราโบลาเพื่อใช้ในการ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับ พาราโบลาได้ 4. นักเรียนมีวินัยใน การทำงาน	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
2	5	เขียน ความสัมพันธ์ ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวย เมื่อกำหนด ส่วนต่างๆ ของภาคตัด กรวยให้และ เขียนกราฟ ของ ความสัมพันธ์ นั้นได้	พาราโบลา จุดยอดอยู่ อยู่ที่ (0,0)	พาราโบลาที่แกน y เป็นแกนสมมาตร จะมีรูปสมการ 2 ลักษณะ ดังนี้ 1) พาราโบลารูปเปิดด้านบน หรือพาราโบลาหงาย มีรูป สมการ คือ $x^2 = 4cy$ เมื่อ $c > 0$ 2) พาราโบลารูปเปิดด้านล่าง หรือพาราโบลาคว่ำ มีรูป สมการ คือ $x^2 = 4cy$ เมื่อ $c < 0$	1. นักเรียนสามารถจัด หมวดหมู่ลักษณะกราฟ สมการของพาราโบลาที่ กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถ ตรวจสอบสมการ พาราโบลาจากข้อมูลที่ กำหนดให้ได้ 3. นักเรียนสามารถนำ ความรู้เรื่องพาราโบลาเพื่อ ใช้ในการแก้ปัญหา พาราโบลาได้ 4. นักเรียนมีวินัยในการ ทำงาน	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
2	6	เขียน ความสัมพันธ์ ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวย เมื่อกำหนด ส่วนต่างๆ ของภาคตัด กรวยให้และ เขียนกราฟ ของ ความสัมพันธ์ นั้นได้	พาราโบลา จุดยอดอยู่ อยู่ที่ (h,k)	พาราโบลาที่มีแกน x เป็นแกนสมมาตร จะมีรูปร่างลักษณะดังนี้ 1) พาราโบลาเปิดด้านขวา หรือพาราโบลาตะแคงขวา มี รูปสมการ คือ $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ เมื่อ $c > 0$ 2) พาราโบลาเปิดด้านซ้าย หรือพาราโบลาตะแคงซ้าย มี รูปสมการ คือ $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ เมื่อ $c < 0$	1. นักเรียนสามารถสร้าง สมการพาราโบลาที่มีแกน x เป็นแกนสมมาตรได้ 2. นักเรียนสามารถค้นหา หลักการของกราฟพาราโบลาที่มี แกน x เป็นแกนสมมาตร จาก ข้อมูลที่กำหนดให้ได้ 3. นักเรียนสามารถนำ ความรู้เรื่องพาราโบลาเพื่อใช้ ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ พาราโบลาได้ 4. นักเรียนมีวินัยในการ ทำงาน	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
2	7	เขียน ความสัมพันธ์ ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวย เมื่อกำหนด ส่วนต่างๆ ของภาคตัด กรวยให้และ เขียนกราฟ ของ ความสัมพันธ์ นั้นได้	พาราโบลา ที่แกน y เป็นแกน สมมาตร	พาราโบลาที่แกน y เป็นแกนสมมาตร จะมีรูปสมการ 2 ลักษณะ ดังนี้ 1) พาราโบลาเปิดด้านบน หรือพาราโบลาหงายมีรูปสมการ คือ $(x-h)^2 = 4c(y-k)$ เมื่อ $c > 0$ 2) พาราโบลาเปิดด้านล่าง หรือพาราโบลาคว่ำ มีรูปสมการ คือ $(x-h)^2 = 4c(y-k)$ เมื่อ $c < 0$	1. นักเรียนสร้างสมการพาราโบลาที่มีแกน y เป็นแกนสมมาตรได้ 2. นักเรียนสามารถค้นหาหลักการของกราฟพาราโบลาที่มีแกน y เป็นแกนสมมาตร จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้ 3. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องพาราโบลาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับพาราโบลาได้ 4. นักเรียนมีวินัยในการทำงาน	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผนที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
3	8	เขียน ความสัมพันธ์ ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวย เมื่อกำหนด ส่วนต่างๆ ของภาคตัด กรวยให้และ เขียนกราฟ ของ ความสัมพันธ์ นั้นได้	สำรวจวงรี วงรีที่มีจุด ศูนย์กลาง ที่จุด (0,0) แกนเอก อยู่บนแกน X	บทนิยามของวงรี วงรี (ellipse) คือเซตของจุดทั้งหมดในระนาบซึ่งผลบวกของ ระยะทางจากจุดใดๆไปยังจุด F_1 และ F_2 ที่ตั้งอยู่กับที่มี ค่าคงตัวโดยค่าคงตัวนี้ต้องมากกว่าระยะห่างระหว่างจุดที่ตั้ง อยู่กับที่ทั้งสองจุด จุดสองจุดที่ตั้งอยู่กับที่นี้เรียกว่า โฟกัส (Focus) ของวงรี สมการรูปแบบมาตรฐาน $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, a > b > 0$ จุดยอด $(-a, 0), (a, 0)$ แกนเอก บนแกน X ยาว $2a$ หน่วย แกนโท บนแกน Y ยาว $2b$ หน่วย โฟกัส $(-c, 0), (c, 0); c^2 = a^2 - b^2$	1. นักเรียนสามารถสร้าง สมการของวงรีตามเงื่อนไขที่ กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถ เปรียบเทียบส่วนต่างๆ ของวงรี จากสมการของวงรีที่กำหนดให้ ได้ 3. นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาเกี่ยวกับวงรีได้ 4. นักเรียนมีความ รับผิดชอบในการทำงาน	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
3	9	เขียน ความสัมพันธ์ ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวย เมื่อกำหนด ส่วนต่างๆ ของภาคตัด กรวยให้และ เขียนกราฟ ของ ความสัมพันธ์ นั้นได้	วงรีที่มีจุด ศูนย์กลาง ที่จุด (0,0) แกนเอก อยู่บน แกน Y	สมการรูบแบบมาตรฐาน $x^2 + \frac{y^2}{a^2} = 1, a > b > 0$ จุดยอด $(0, -a), (0, a)$ แกนเอก บนแกน Y ยาว $2a$ หน่วย แกนโท บนแกน X ยาว $2b$ หน่วย โฟกัส $(0, -c), (0, c); c^2 = a^2 - b^2$	1. นักเรียนสามารถสร้าง สมการของวงรีตามเงื่อนไขที่ กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถ จำแนกส่วนประกอบต่างๆ ของวงรีจากสมการของวงรีที่ กำหนดให้ได้ 3. นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาเกี่ยวกับวงรีได้ 4. นักเรียนมีความ รับผิดชอบในการทำงาน	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติการที่	แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
3	10	เขียน ความสัมพันธ์ ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวย เมื่อกำหนด ส่วนต่างๆ ของภาคตัด กรวยให้และ เขียนกราฟ ของ ความสัมพันธ์ นั้นได้	วงรีที่มีจุด ศูนย์กลาง ที่จุด (h,k) แกนเอก ขนานกับ แกน X	สมการรูปแบบมาตรฐาน $\frac{(x-h)^2}{a^2} + \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1, a > b > 0$ จุด ยอด (h-a,k), (h+a,k) แกนเอก อยู่ในแนวนอน ยาว 2a หน่วย แกนโท อยู่ในแนวตั้ง ยาว 2b หน่วย โฟกัส (h-c,k), (h+c,k); $c^2 = a^2 - b^2$	1. นักเรียนสามารถ สร้างสมการของวงรีที่มี จุดศูนย์กลาง (h,k) ตาม เงื่อนไขที่กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถ แยกส่วนต่างๆ ของวงรี จากสมการของวงรีที่ กำหนดให้ได้ 3. นักเรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้เรื่องวงรี มาใช้แก้ปัญหาได้ 4. นักเรียนมีความ รับผิดชอบในการทำงาน	1

ตารางที่ 6 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการ ที่	แผน ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
3	11	เขียน ความสัมพันธ์ ที่มีกราฟเป็น ภาคตัดกรวย เมื่อกำหนด ส่วนต่างๆ ของภาคตัด กรวยให้และ เขียนกราฟ ของ ความสัมพันธ์ นั้นได้	วงรีที่มีจุด ศูนย์กลาง ที่จุด (h,k) แกนเอก ขนานกับ แกน Y	สมการรูปแบบมาตรฐาน $\frac{(x-h)^2}{b^2} + \frac{(y-k)^2}{a^2} = 1, a > b > 0$ จุดยอด (h, k + a), (h, k - a) แกนเอก อยู่ในแนวตั้ง ยาว 2a หน่วย แกนโท อยู่ในแนวนอน ยาว 2b หน่วย โฟกัส (h, k - c), (h, k + c); $c^2 = a^2 - b^2$	1. นักเรียนสามารถสร้าง สมการของวงรีที่มีจุด ศูนย์กลาง (h,k) ตามเงื่อนไขที่ กำหนดให้ได้ 2. นักเรียนสามารถค้นหา ส่วนประกอบต่างๆ ของวงรี จากสมการของวงรีที่ กำหนดให้ได้ 3. นักเรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้เรื่องวงรีมาใช้ แก้ปัญหาได้ 4. นักเรียนมีความ รับผิดชอบในการทำงาน	1

2. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา สรุปสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมที่ต้องเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

3. ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศและปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

4. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยวงรอบที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค โพลยา วงรอบที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ KWDL วงรอบที่ 3 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องของวิธีการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งปรับปรุงโจทย์ตัวอย่างให้เห็นแนวทางมากยิ่งขึ้น

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำแล้วพร้อมแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้องและเหมาะสม ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ซึ่งได้แก่

- 1) อาจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน) คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
- 2) นางยุพิน พลเรือง กศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
- 3) นายสวัสดิ์ จันทมนตรี วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
- 4) นางสาวศุภวรรณ โคตรท่าน ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
- 5) นางจิรัชยา ปวงประซัง ค.บ. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

7. นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 อันดับ จากนั้นพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554: 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญกับดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ทำการปรับปรุงจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญที่มีคะแนนค่าเฉลี่ยเหมาะสมมากและเหมาะสมมากที่สุดมาจัดพิมพ์ และนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

1.2 การสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ผู้วิจัยจะทำการทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
2. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย เป็นแบบอัตนัยจำนวน 15 ข้อ โดยใช้จริง 9 ข้อ
3. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมด้านภาษา
4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ซึ่งได้แก่

- 1) อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ ค.ด. (วัดและประเมินผล) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
- 2) นายยุทธนา นรสาร วท.บ. (สถิติประยุกต์) ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
- 3) นายสุรเดช แก้วแสนเมือง ศษ.ม. (การบริการการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

4) นางสิริพร ภูหัวดอน ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

5) นายทรงรัตน์ ภากรสถิตย์ ค.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

5. นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความ
สอดคล้อง (IOC: Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ,
2555:118) ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับนิยามเชิงปฏิบัติการ จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า
ดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยตั้งแต่ .50-1.00

6. จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการ
ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้วโดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยตั้งแต่ .50-1.00
เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

1.3 การสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน จะใช้ทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
กลุ่มเป้าหมายระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนจากเอกสารและงานวิจัยต่างๆที่
เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน โดยเป็นแบบสังเกตที่มีโครงสร้าง ซึ่งมี
พฤติกรรมที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตตั้งปรากฏในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 พฤติกรรมบ่งชี้การมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมที่สังเกต
ตัวชี้วัดที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	เข้าใจปัญหาเป็นการคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจว่าอะไรที่ต้องการ ค้นหา และระบุส่วนได้ว่าโจทย์ต้องการอะไรและให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมที่สังเกต
ตัวชี้วัดที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	ค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า นำความสัมพันธ์ที่ได้มาผสมผสานกับประสบการณ์ กำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา
ตัวชี้วัดที่ 3 ดำเนินการตามแผน	ลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียด แล้วลงมือปฏิบัติจนได้ความสำเร็จ ถ้าไม่สำเร็จต้องค้นหาและทำการแก้ปัญหานั้นจนสามารถแก้ปัญหาได้
ตัวชี้วัดที่ 4 ตรวจสอบผล	ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ มีคำตอบหรือยุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่

3. นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

4. นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต ซึ่งได้แก่

1) ผศ.ดร.ภมรพรรณ ยุระยาตร์ กศ.ด. (จิตวิทยาการให้คำปรึกษา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยา

2) นางนงคัลักษณ์ วรณประภา ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

3) นายสุรเดช แก้วแสนเมือง ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

4) นางสมพร พลจันทร์ ค.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

5) นายทรงรัตน์ ภารสถิตย์ ค.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต
0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการ

สังเกต

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อความไม่มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการ

สังเกต

5. นำผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อความกับพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2555: 118) จากนั้นทำการคัดเลือกข้อความที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00

6. นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนมาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์แล้วนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

1.4 การสร้างแบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์นักเรียน จะใช้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนจากเอกสารและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนมีลักษณะเป็นกึ่งโครงสร้าง ให้ครอบคลุมตัวชี้วัดของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งประเด็นในการสัมภาษณ์ปรากฏในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อบ่งชี้การมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด	ประเด็น
ตัวชี้วัดที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	1. นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาที่ระบุไว้ซึ่งเป็นการคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจว่าอะไรที่ต้องการค้นหา และระบุส่วนได้ว่าโจทย์ต้องการอะไรและให้ข้อมูลอะไรมาบ้างได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
ตัวชี้วัดที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	1. นักเรียนสามารถค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์ที่ได้มาเขียนเป็นกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ประเด็น
ตัวชี้วัดที่ 3 ดำเนินการตามแผน	1. นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติตามแผนหรือตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน แล้วลงมือปฏิบัติจนได้ความสำเร็จ ถ้าไม่สำเร็จต้องค้นหาและทำการแก้ปัญหานั้นจนสามารถแก้ปัญหาได้
ตัวชี้วัดที่ 4 ตรวจสอบผล	1. นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในส่วนของการจัดการเรียนการสอน โดยเรื่องและประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์ปรากฏในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ประเด็นการสัมภาษณ์นักเรียนด้านการจัดการเรียนการสอน

เรื่อง	ประเด็น
วิธีการจัดการเรียนรู้	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอน
สื่อการสอน	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน
ปัญหาและอุปสรรค	นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ มีปัญหาหรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่นๆ	นักเรียนอยากให้มีการเพิ่มหรือลดกิจกรรมใดบ้าง เพราะเหตุใด

3. นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

4. นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อความกับพฤติกรรมที่ต้องการสังเกต ซึ่งประกอบด้วย

1) ผศ.ดร.ภมรพรรณ ยุธยาตร์ กศ.ด. (จิตวิทยาการให้คำปรึกษา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยา

2) นายสุรเดช แก้วแสนเมือง ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

3) นายทรงรัตน์ ภารสติย์ ค.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

4) นางสมพร พลจันทร์ ค.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

5) นางนงคัลักษณ์ วรรณประภา ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้อง

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้อง

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสัมภาษณ์ไม่มีความสอดคล้อง

5. นำผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับแบบสัมภาษณ์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2555: 118) จากนั้นทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ถึง 1.00

6. นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนมาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์แล้วนำไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

รูปแบบของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามแนวคิดเชิงปฏิรูป (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2555: 118) โดยนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรมจีโอจิรา เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีวงจรในการปฏิบัติดังนี้

ขั้นวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนการเตรียมการจัดการเรียนรู้ของครู เช่น การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ (แผนการสอน) การเตรียมสื่อ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล (แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบสอบถาม ฯลฯ) เป็นต้น

ขั้นการปฏิบัติ (Action) เป็นขั้นตอนต่อเนื่องจากขั้นการวางแผน นั่นคือการดำเนินการจัดการเรียนรู้ หรือดำเนินกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียน ซึ่งอาจเป็นปัญหาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ หรือพฤติกรรมลักษณะอันพึงประสงค์

ขั้นการสังเกต (Observation) เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการจัดการเรียนรู้ หรือดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาผู้เรียน จะใช้การสังเกตผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน มีการดำเนินการทดสอบหรือสัมภาษณ์พูดคุย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งในขั้นตอนนี้จะดำเนินการขณะจัดการเรียนรู้ หรือจัดกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาผู้เรียน

ขั้นการสะท้อนผล (Reflection) เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากการสังเกต โดยนำข้อมูลจากการสังเกต การสัมภาษณ์หรือข้อมูลมาไตร่ตรอง เปรียบเทียบกับผลหรือเกณฑ์ที่ตั้งเป้าหมายไว้ ยิ่งห่างจากเป้าหมายมากน้อยเพียงใด เพื่อจะได้เตรียมปรับแผนในการดำเนินการต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งวงจรปฏิบัติการออกเป็น 3 วงจร โดยแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. สสำรวจผู้เรียนที่มีปัญหาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำการสำรวจเพียงแค่วงจรปฏิบัติแรกเท่านั้น ในวงจรปฏิบัติต่อไปนั้น จะนำผลการวิเคราะห์และปัญหาต่างๆ จากวงจรปฏิบัติที่ได้สิ้นสุดลงไปใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

2. ทำการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสารคามพิทยาคม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำหนดเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการ

สอนกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และทำการศึกษาแนวคิด หลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3. ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน แบบสัมภาษณ์ จากนั้นนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยต่างๆที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จากนั้นนำเครื่องมือวิจัยต่างๆที่สร้างขึ้นไปยื่นต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง ภาคตัดกรวย

ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและแบบสัมภาษณ์
ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Action)

นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยในแต่ละวงจรปฏิบัติการจะใช้นี้อาสาสมัครที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 10 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ภาคตัดกรวย

วงรอบที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1	1	ภาคตัดกรวยและสำรวจวงกลม	1
	2	สมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h,k)	1
	3	การเขียนกราฟของวงกลม	1
2	4	สำรวจพาราโบลา	1
	5	พาราโบลาจุดยอดอยู่ที่ $(0,0)$	1
	6	พาราโบลาจุดยอดอยู่ที่ (h,k)	1
	7	พาราโบลาที่แกน y เป็นแกนสมมาตร	1

ตารางที่ 10 (ต่อ)

วงรอบที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
3	8	วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (0,0) แกนเอกอยู่บนแกน X	1
	9	วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (0,0) แกนเอกอยู่บนแกน Y	1
	10	วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h,k) แกนเอกขนานกับแกน X	1
	11	วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h,k) แกนเอกขนานกับแกน Y	1
รวม			11

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

1. นำแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนไปใช้ในการสังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในระหว่างการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการเรียนรู้
2. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ไปใช้ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ
3. นำแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์นักเรียนไปใช้กับนักเรียนทั้งหมดเพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนแต่ละคนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด อันจะนำไปสู่การปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติต่อไป

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

ผู้วิจัยจะทำการประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมดแล้วเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ วิเคราะห์ผลจากแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการในแต่ละวงจร ซึ่งจะนำข้อมูลที่ได้มาช่วยในการออกแบบวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสถิติต่างๆในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551: 107) จากสูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อสอบหรือข้อ
คำถามกับพฤติกรรมชีวิตที่เกี่ยวข้อง

$\sum_{i=1}^n R_i$ แทน ผลรวมของคะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
ประเมินในแต่ละข้อ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมิน

2. สถิติพื้นฐาน

ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยมีสูตรคำนวณ (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2555: 29) คือ

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

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของค่าทั้งหมด

n แทน จำนวนสมาชิกของข้อมูลทั้งหมด

ร้อยละ โดยมีสูตรในการคำนวณ (บุญชม ศรีสะอาด และคณะ, 2555: 23) ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้อยู่ในรูปร้อยละ

n แทน จำนวนสมาชิกของข้อมูลทั้งหมด

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยมีสูตรในการคำนวณ (บุญชม
ศรีสะอาด และคณะ, 2555: 49) คือ

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

เมื่อ s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

x แทน คะแนนแต่ละคน

$\sum (x - \bar{x})^2$ แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ย

กำลังสอง

n แทน จำนวนสมาชิก

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย
 \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้อยู่ในระดับดีมาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดและผ่านเกณฑ์ทุกคน

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้อยู่ในระดับดีมาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดและผ่านเกณฑ์ทุกคน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการดำเนินการตามขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยแต่ละวงจรปฏิบัติการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และวงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้อยู่ในระดับดีมาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ ซึ่งผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยจะทำการทดสอบหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยนำคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่แบ่งระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนว่าอยู่ในระดับใด ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1. วงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

ตารางที่ 11 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D$) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1							
เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ	เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับความสามารถ
1A	18	60.00	ดี	25A	19	63.33	ดี
2A	17	56.67	พอใช้	26A	18	60.00	ดี
3A	19	63.33	ดี	27A	17	56.67	พอใช้
4A	15	50.00	พอใช้	28A	21	70.00	ดี
5A	16	53.33	พอใช้	29A	19	63.33	ดี

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ	เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับความสามารถ
6A	20	66.67	ดี	30A	13	43.33	ต้องปรับปรุง
7A	20	66.67	ดี	31A	11	36.67	ต้องปรับปรุง
8A	17	56.67	พอใช้	32A	20	66.67	ดี
9A	15	50.00	พอใช้	33A	16	53.33	พอใช้
10A	24	80.00	ดีมาก	34A	22	73.33	ดี
11A	24	80.00	ดีมาก	35A	15	50.00	พอใช้
12A	23	76.67	ดี	36A	19	63.33	ดี
13A	8	26.67	ต้องปรับปรุง	37A	24	80.00	ดีมาก
14A	24	80.00	ดีมาก	38A	23	76.67	ดี
15A	20	66.67	ดี	39A	22	73.33	ดี
16A	22	73.33	ดี	40A	18	60.00	ดี
17A	22	73.33	ดี	41A	22	73.33	ดี
18A	20	66.67	ดี	42A	23	76.67	ดี
19A	21	70.00	ดี	43A	24	80.00	ดีมาก
20A	20	66.67	ดี	44A	19	63.33	ดี
21A	20	66.67	ดี	45A	21	70.00	ดี
22A	18	60.00	ดี	46A	23	76.67	ด
23A	12	40.00	ต้องปรับปรุง	47A	24	80.00	ดีมาก
24A	19	63.33	ดี				
<i>n</i>	47 คน						
\bar{X}	19.30 คะแนน						
<i>S.D</i>	3.65						
ระดับของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์							
ดีมาก	6 คน	ร้อยละ 12.77					
ดี	29 คน	ร้อยละ 61.70					

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ระดับของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์		
พอใช้	8 คน	ร้อยละ 17.02
ต้องปรับปรุง	4 คน	ร้อยละ 8.51

จากตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 19.30 คะแนน และเมื่อนำร้อยละของคะแนน นักเรียนแต่ละคนไปเทียบกับเกณฑ์เพื่อแสดงระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่าระดับ ของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระดับดีมาก มี 6 คน คิดเป็น ร้อยละ 12.77 ระดับดี มี 29 คน คิดเป็น ร้อยละ 61.70 ระดับพอใช้ มี 8 คน คิดเป็น ร้อยละ 17.02 ระดับต้อง ปรับปรุง มี 4 คน คิดเป็น ร้อยละ 8.51 ของนักเรียนทั้งหมดและจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ มี 43 คน

นอกจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับ ดี พอใช้ ต้องปรับปรุง โดยจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้สรุปประเด็น ดังนี้

1. นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ หรือวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ ซึ่งใน ประเด็นนี้นักเรียนจะต้องเข้าใจปัญหาที่ระบุไว้และตัดสินใจว่าอะไรที่โจทย์ต้องการค้นหาและระบุได้ว่า โจทย์ต้องการอะไรโดยนักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้และอุปสรรคในการทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหาคืออะไร จากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนส่วนมากสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการถามหา และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“อ่านโจทย์แล้วสับสนว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและอะไรคือสิ่งที่ โจทย์ให้มาบ้าง”

(เลขที่ 13A, 8 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

“ยังไม่เคยทำโจทย์คณิตศาสตร์ในลักษณะนี้มาก่อน”

(เลขที่ 34A, 8 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

2. วางแผนแก้ปัญหา ในประเด็นนี้นักเรียนต้องสามารถค้นหาหรือเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแล้วนำมาเขียนเป็นกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา จากการ

สัมภาษณ์นักเรียนทราบว่านักเรียนไม่คุ้นเคยกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในลักษณะที่ให้เขียนอธิบายแบบนี้ อีกทั้งยังไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นวางแผนอย่างไรระบุมไม่ได้ว่าต้องทำอะไรก่อนหรือหลังถึงแม้ว่าบางคนระบุมได้แต่ก็ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ไม่รู้ว่าเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไง ไม่รู้ว่าจะเริ่มทำอะไรก่อนหลัง”

(เลขที่ 6A, 8 กุมภาพันธ์2561: สัมภาษณ์)

“ไม่เข้าใจโจทย์ ไม่รู้จะเขียนยังไง”

(เลขที่ 35A, 8 กุมภาพันธ์2561: สัมภาษณ์)

3. ดำเนินการตามแผน ในประเด็นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการตามแผนที่ตัวเองเขียนไว้และตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนแล้วนักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่นักเรียนวางไว้จนบรรลุผลสำเร็จจนได้คำตอบตามที่ต้องการ จากการสัมภาษณ์นักเรียนทราบว่าส่วนมากจะไม่สามารถดำเนินการตามแผนได้และเขียนวิธีทำได้หาคำตอบได้หรือบางคนเขียนวิธีทำได้บางส่วนแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้เนื่องจากทำโจทย์ไม่เป็น คิดคำนวณไม่ถูก ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ไม่รู้จะเริ่มต้นจากตรงไหนก่อน”

(เลขที่ 2A, 8 กุมภาพันธ์2561: สัมภาษณ์)

“ทำไปได้สักพักก็งงว่าทำถูกหรือไม่ คิดเลขไม่ถูกเลยได้คำตอบที่ไม่ถูก”

(เลขที่ 43A, 8 กุมภาพันธ์2561: สัมภาษณ์)

4. ตรวจสอบผล ในประเด็นนี้นักเรียนจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ความสมเหตุสมผลของคำตอบและวิธีที่ใช้ตรวจสอบคำตอบ จากการสัมภาษณ์นักเรียนทราบว่านักเรียนที่สามารถหาคำตอบได้นั้นไม่รู้ว่าจะนำคำตอบไปตรวจสอบอย่างไรและใช้วิธีการอะไรในการตรวจคำตอบส่วนนักเรียนที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ก็จะไม่สามารถตรวจคำตอบได้ ซึ่งจะเห็นจากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ไม่รู้ว่าเอาคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบอย่างไร”

(เลขที่ 39A, 8 กุมภาพันธ์2561: สัมภาษณ์)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบสัมภาษณ์นักเรียน สามารถบอกได้ว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก เพียงร้อยละ 12.77 และมีจำนวนที่ผ่านเกณฑ์ 43 คน ซึ่งยังไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ซึ่งเกิดจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยในรูปแบบของแบบวัดในลักษณะที่ให้เขียนอธิบายเป็นขั้นตอน และนักเรียนยังขาดทักษะใน

การคำนวณพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้อยู่ในระดับดีมาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL เพราะเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการ รู้ตัวว่าตนคิดอะไร มีวิธีคิดอย่างไรสามารถตรวจสอบความคิดของตนเองได้ และสามารถปรับเปลี่ยนกลวิธีการคิดของตนได้โดยผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการคิด มีการวางแผนตั้งจุดมุ่งหมายและสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้ซึ่งสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดีและได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL

ตารางที่ 12 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D$) ของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2							
เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับความสามารถ	เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับความสามารถ
1A	24	80.00	ดีมาก	25A	23	76.67	ดี
2A	25	83.33	ดีมาก	26A	21	70.00	ดี
3A	22	73.33	ดี	27A	11	36.67	ต้องปรับปรุง
4A	21	70.00	ดี	28A	27	90.00	ดีมาก
5A	18	60.00	ดี	29A	22	73.33	ดี
6A	19	63.33	ดี	30A	12	40.00	ต้องปรับปรุง
7A	24	80.00	ดีมาก	31A	23	76.67	ดี
8A	24	80.00	ดีมาก	32A	23	76.67	ดี
9A	19	63.33	ดี	33A	19	63.33	ดี
10A	25	83.33	ดีมาก	34A	22	73.33	ดี
11A	24	80.00	ดีมาก	35A	15	50.00	พอใช้
12A	24	80.00	ดีมาก	36A	25	83.33	ดีมาก

ตารางที่ 12 (ต่อ)

เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ	เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับความสามารถ
13A	15	50.00	พอใช้	37A	26	86.67	ดีมาก
14A	27	90.00	ดีมาก	38A	27	90.00	ดีมาก
15A	23	76.67	ดี	39A	27	90.00	ดีมาก
16A	26	86.67	ดีมาก	40A	26	86.67	ดีมาก
17A	23	76.67	ดี	41A	27	90.00	ดีมาก
18A	27	90.00	ดีมาก	42A	25	83.33	ดีมาก
19A	27	90.00	ดีมาก	43A	26	86.67	ดีมาก
20A	24	80.00	ดีมาก	44A	27	90.00	ดีมาก
21A	25	83.33	ดีมาก	45A	23	76.67	ดี
22A	26	86.67	ดีมาก	46A	26	86.67	ดีมาก
23A	18	60.00	ดี	47A	23	76.67	ดี
24A	27	90.00	ดีมาก				
<i>n</i>	47 คน						
\bar{X}	23.04 คะแนน						
<i>S.D</i>	3.93						
ระดับของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์							
ดีมาก	26 คน	ร้อยละ 55.32					
ดี	17 คน	ร้อยละ 36.17					
พอใช้	2 คน	ร้อยละ 4.26					
ต้องปรับปรุง	2 คน	ร้อยละ 4.26					

จากตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 23.04 คะแนน และเมื่อนำร้อยละของคะแนนนักเรียนแต่ละคนไปเทียบกับเกณฑ์เพื่อแสดงระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่าระดับของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

คณิตศาสตร์ ระดับดีมาก มี 26 คน คิดเป็น ร้อยละ 55.32 ระดับดี มี 17 คน คิดเป็น ร้อยละ 36.17 ระดับพอใช้ มี 2 คน คิดเป็น ร้อยละ 4.26 ระดับต้องปรับปรุง มี 2 คน คิดเป็น ร้อยละ 4.26 ของนักเรียนทั้งหมดและจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ มี 45 คน

นอกจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับ ดี พอใช้ ต้องปรับปรุง โดยจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้สรุปประเด็น ดังนี้

1. นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ หรือวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ ซึ่งในประเด็นนี้นักเรียนจะต้องเข้าใจปัญหาที่ระบุไว้และตัดสินใจว่าอะไรที่โจทย์ต้องการค้นหาและระบุได้ว่า โจทย์ต้องการอะไรโดยนักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้และอุปสรรคในการทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหาคืออะไร จากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนส่วนมากสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการถามหา และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้แต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ระบุสิ่งที่โจทย์ถามไม่ครบถ้วน”

(เลขที่ 13A, 15 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

2. วางแผนแก้ปัญหา ในประเด็นนี้นักเรียนต้องสามารถค้นหาหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแล้วนำมาเขียนเป็นกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา จากการสัมภาษณ์นักเรียนทราบว่านักเรียนไม่คุ้นเคยกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในลักษณะที่ให้เขียนอธิบายแบบนี้ อีกทั้งยังไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นวางแผนอย่างไรระบุไม่ได้ว่าต้องทำอะไรก่อนหรือหลังถึงแม้ว่าบางคนระบุได้แต่ก็ยังไม่สมบูรณ์ นักเรียนส่วนมาสามารถระบุแผนในสิ่งที่ต้องทำแต่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์และยังไม่ชัดเจน ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“ไม่รู้ว่าต้องเขียนให้คนอื่นเข้าใจอย่างไร”

(เลขที่ 33A, 15 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

“มันไม่มีคำตอบที่ตายตัวเลยไม่รู้ว่าเขียนอย่างไรถึงจะถูกต้อง”

(เลขที่ 36A, 15 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

3. ดำเนินการตามแผน ในประเด็นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการตามแผนที่ตัวเองเขียนไว้และตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนแล้วนักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่นักเรียนวางไว้จนบรรลุผลสำเร็จจนได้คำตอบที่ต้องการ จากการสัมภาษณ์นักเรียนทราบว่าส่วนมากจะสามารถดำเนินการตามแผนได้และเขียนวิธีทำได้คำตอบได้หรือบางคนเขียนวิธีทำได้บางส่วนแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้เนื่องจากทำโจทย์ไม่เป็น คิดคำนวณไม่ถูกและอีกบางส่วนยังทำได้ไม่ครบตามขั้นตอน ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“กลับไปเริ่มทำใหม่ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบและต้องทำให้ละเอียดรอบคอบกว่าเดิมเพื่อไม่ให้ผิดพลาด”

(เลขที่ 41A, 15 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

“แทนค่าสูตรไม่ถูกต้องเลยทำให้ได้คำตอบที่ผิด”

(เลขที่ 9A, 15 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

4. ตรวจสอบผล ในประเด็นนี้นักเรียนจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ความสมเหตุสมผลของคำตอบและวิธีที่ใช้ตรวจสอบคำตอบ จากการสัมภาษณ์นักเรียนทราบว่า นักเรียนที่สามารถหาคำตอบได้นั้นไม่รู้ว่าจะนำคำตอบไปตรวจสอบได้แต่ยังมีวิธีที่ยังไม่ถูกต้องจึงทำให้นักเรียนลังเลใจว่าคำตอบที่ได้มานั้นถูกต้องหรือไม่อย่างไรส่วนนักเรียนที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ก็จะไม่สามารถตรวจคำตอบได้ ซึ่งจะเห็นจากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“เมื่อนำคำตอบไปตรวจกลับพบว่าเมื่อแทนค่าเข้าไปแล้วสมการไม่เป็นจริง ซึ่งก็ไม่ว่าเกิดจากสาเหตุอะไร”

(เลขที่ 13A, 15 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบสัมภาษณ์นักเรียน สามารถบอกได้ว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนยังมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 55.32 ซึ่งเพิ่มขึ้นมากจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 แต่ยังไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ซึ่งเกิดจากนักเรียนส่วนหนึ่งยังเข้าใจในรูปแบบของแบบวัดในลักษณะที่ให้เขียนอธิบายเป็นขั้นตอน และนักเรียนยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์โจทย์และนักเรียนจำสูตรที่จะใช้ยังไม่ได้ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยจึงได้นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้อยู่ในระดับดีมาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา เพราะเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ฝึกให้นักเรียนเกิดการคิดไตร่ตรองอย่างเป็นระบบ รู้จักควบคุมการคิดของตนเอง กระบวนการในแต่ละขั้นตอนสามารถดำเนินการย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าได้ หากไม่สามารถหาคำตอบที่ต้องการได้หากนักเรียนได้รับการฝึกฝนด้วยกระบวนการกำกับทางปัญญา จะส่งผลให้เป็นบุคคลที่มีความรอบคอบในการแก้ปัญหามากขึ้นซึ่งสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดีและได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3. วงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา

ตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D$) ของคะแนนความสามารถในการแก้
 โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3							
เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ	เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับความสามารถ
1A	21	70.00	ดี	25A	26	86.67	ดีมาก
2A	25	83.33	ดีมาก	26A	20	66.67	ดี
3A	28	93.33	ดีมาก	27A	16	53.33	พอใช้
4A	21	70.00	ดี	28A	26	86.67	ดีมาก
5A	24	80.00	ดีมาก	29A	24	80.00	ดีมาก
6A	26	86.67	ดีมาก	30A	21	70.00	ดี
7A	25	83.33	ดีมาก	31A	27	90.00	ดีมาก
8A	26	86.67	ดีมาก	32A	26	86.67	ดีมาก
9A	26	86.67	ดีมาก	33A	20	66.67	ดี
10A	25	83.33	ดีมาก	34A	24	80.00	ดีมาก
11A	28	93.33	ดีมาก	35A	23	76.67	ดี
12A	28	93.33	ดีมาก	36A	21	70.00	ดี
13A	22	73.33	ดี	37A	27	90.00	ดีมาก
14A	26	86.67	ดีมาก	38A	28	93.33	ดีมาก
15A	23	76.67	ดี	39A	25	83.33	ดีมาก
16A	27	90.00	ดีมาก	40A	26	86.67	ดีมาก
17A	27	90.00	ดีมาก	41A	25	83.33	ดีมาก
18A	26	86.67	ดีมาก	42A	28	93.33	ดีมาก
19A	28	93.33	ดีมาก	43A	28	93.33	ดีมาก
20A	27	90.00	ดีมาก	44A	24	80.00	ดีมาก
21A	25	83.33	ดีมาก	45A	20	66.67	ดี
22A	25	83.33	ดีมาก	46A	28	93.33	ดีมาก
23A	20	66.67	ดี	47A	28	93.33	ดีมาก

ตารางที่ 13 (ต่อ)

เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับ ความสามารถ	เลขที่	คะแนน	ร้อยละ	ระดับความสามารถ
24A	28	93.33	ดีมาก				
<i>n</i>	47 คน						
\bar{X}	24.85 คะแนน						
<i>S.D</i>	2.86						
ระดับของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์							
ดีมาก	35 คน	ร้อยละ 74.47					
ดี	11 คน	ร้อยละ 23.40					
พอใช้	1 คน	ร้อยละ 2.13					
ต้องปรับปรุง	0 คน	ร้อยละ 0					

จากตารางที่ 13 จะเห็นได้ว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 24.85 คะแนน และเมื่อนำร้อยละของคะแนนนักเรียนแต่ละคนไปเทียบกับเกณฑ์เพื่อแสดงระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพบว่าระดับของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ระดับดีมาก มี 35 คน คิดเป็น ร้อยละ 74.47 ระดับดี มี 11 คน คิดเป็น ร้อยละ 23.40 ระดับพอใช้ มี 1 คน คิดเป็น ร้อยละ 2.13 ของนักเรียนทั้งหมดและจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ มี 47 คน

นอกจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับ ดี พอใช้ ต้องปรับปรุง โดยจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้สรุปประเด็น ดังนี้

1. นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ หรือวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ ซึ่งในประเด็นนี้นักเรียนจะต้องเข้าใจปัญหาที่ระบุไว้และตัดสินใจว่าอะไรที่โจทย์ต้องการค้นหาและระบุได้ว่า โจทย์ต้องการอะไรโดยนักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้และอุปสรรคในการทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหาคืออะไร จากการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนส่วนมากสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการถามหา

และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและมีบางส่วนไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“อ่านโจทย์ยังไม่เข้าใจ ระบุสมการที่โจทย์กำหนดให้ไม่ได้”

(เลขที่ 4A, 22 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

2. วางแผนแก้ปัญหา ในประเด็นนี้นักเรียนต้องสามารถค้นหาหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแล้วนำมาเขียนเป็นกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา จากการสัมภาษณ์นักเรียนทราบว่านักเรียนสามารถวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถึงแม้ว่าบางส่วนจะยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์แต่ก็สามารถนำไปสู่คำตอบได้เหมือนกัน ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“เขียนเรียงขั้นตอนวิธีการยังไม่ได้ ไม่เข้าใจว่าต้องทำอะไรก่อน”

(เลขที่ 15A, 22 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

3. ดำเนินการตามแผน ในประเด็นนี้นักเรียนจะต้องดำเนินการตามแผนที่ตัวเองเขียนไว้และตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนแล้วนักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่นักเรียนวางไว้จนบรรลุผลสำเร็จจนได้คำตอบตามที่ต้องการ จากการสัมภาษณ์นักเรียนทราบว่าส่วนมากจะสามารถดำเนินการตามแผนได้และเขียนวิธีทำได้หาคำตอบได้หรือบางคนเขียนวิธีทำได้แต่ยังไม่ได้คำตอบเนื่องจากทำโจทย์ค่อนข้างยากต้องใช้ความรู้ในหลายๆส่วนประกอบกัน ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“หาจุดที่ตนเองผิดและเริ่มทำใหม่ในจุดนั้น”

(เลขที่ 45A, 22 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

“ต้องฝึกทักษะการคิดคำนวณให้มากขึ้นเพราะมันจะช่วยลดเวลาในการทำโจทย์ได้มากและถ้าเรามีทักษะการคิดคำนวณที่เราก็จะง่ายต่อการแก้โจทย์ปัญหา”

(เลขที่ 26A, 22 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

4. ตรวจสอบผล ในประเด็นนี้นักเรียนจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ความสมเหตุสมผลของคำตอบและวิธีที่ใช้ตรวจสอบคำตอบ จากการสัมภาษณ์นักเรียนทราบว่านักเรียนที่สามารถหาคำตอบได้สามารถนำคำตอบที่ได้ไปตรวจสอบแต่อาจจะมีบางครั้งที่นักเรียนยังเลือกใช้วิธีที่ไม่ถูกต้องในการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งจะเห็นจากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“เลือกวิธีที่มาตรวจคำตอบไม่ได้ ได้คำตอบแล้วตรวจคำตอบไม่เป็น”

(เลขที่ 26A, 22 กุมภาพันธ์ 2561: สัมภาษณ์)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และแบบสัมภาษณ์นักเรียน สามารถบอกได้ว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา ใน

วงจรถูกปฏิบัติที่ 3 นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 35 คน คิดเป็น ร้อยละ 74.47 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ มี 47 คน ซึ่งผ่านจุดมุ่งหมายของการวิจัยที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้อยู่ในระดับดีมาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนทั้งหมดผ่านเกณฑ์ ซึ่งจากการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละระดับเป็นร้อยละในแต่ละวงจรถูกปฏิบัติ ผลปรากฏดังตารางที่ 14

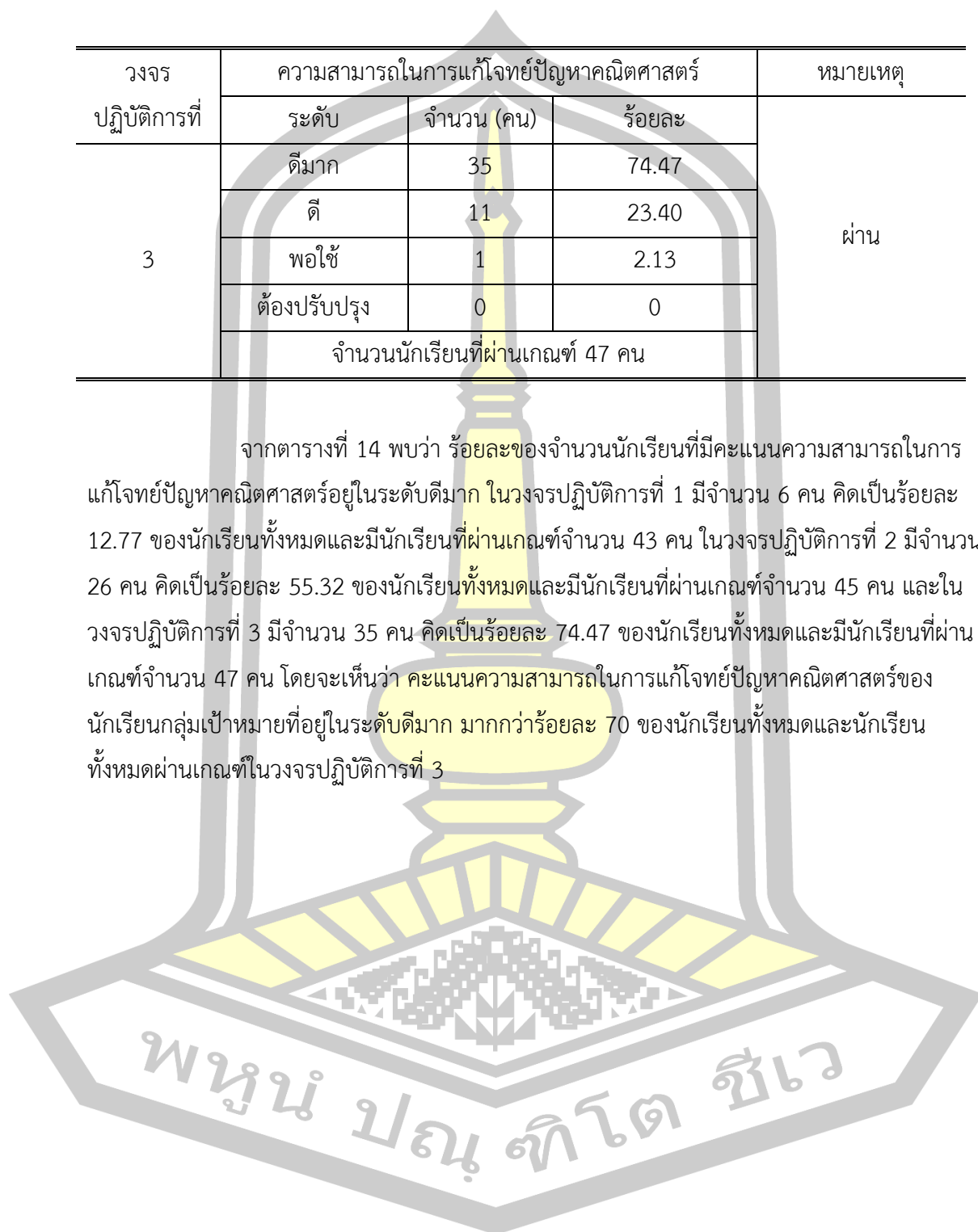
ตารางที่ 14 ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในวงจรถูกปฏิบัติที่ 1, 2 และ 3

วงจรถูกปฏิบัติที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์			หมายเหตุ
	ระดับ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
1	ดีมาก	6	12.77	ไม่ผ่าน
	ดี	29	61.70	
	พอใช้	8	17.02	
	ต้องปรับปรุง	4	8.51	
	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 43 คน			
2	ดีมาก	26	55.32	ไม่ผ่าน
	ดี	17	36.17	
	พอใช้	2	4.26	
	ต้องปรับปรุง	2	4.26	
	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 45 คน			

ตารางที่ 14 (ต่อ)

วงจร ปฏิบัติการที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์			หมายเหตุ
	ระดับ	จำนวน (คน)	ร้อยละ	
3	ดีมาก	35	74.47	ผ่าน
	ดี	11	23.40	
	พอใช้	1	2.13	
	ต้องปรับปรุง	0	0	
	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 47 คน			

จากตารางที่ 14 พบว่า ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 12.77 ของนักเรียนทั้งหมดและมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 43 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 55.32 ของนักเรียนทั้งหมดและมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 45 คน และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 74.47 ของนักเรียนทั้งหมดและมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 47 คน โดยจะเห็นว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่อยู่ในระดับดีมาก มากกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนทั้งหมดผ่านเกณฑ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้อยู่ในระดับดีมาก ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนทั้งหมดผ่านเกณฑ์

สรุปผล

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 หลังจากที่ได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 6 คน คิดเป็น ร้อยละ 12.77 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ มี 43 คน ซึ่งยังไม่ผ่านความมุ่งหมายของการวิจัย ใน วงจรปฏิบัติการที่ 2 หลังจากที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มีนักเรียนที่มี คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 26 คน คิดเป็น ร้อยละ 55.32 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ มี 45 คน ซึ่งยังไม่ผ่านความมุ่งหมายของการวิจัย และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังจากที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการ แก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา มีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์

ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 35 คน คิดเป็น ร้อยละ 74.47 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ มี 47 คน ซึ่งผ่านความมุ่งหมายของการวิจัย

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยแบ่งออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ โดยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 3) ขั้นสรุป 4) ขั้นฝึกทักษะ 5) ขั้นนำความรู้ไปใช้ ซึ่งในขั้นตอนที่ 4 ขั้นฝึกทักษะนั้นทางผู้วิจัยได้นำเอากระบวนการแก้ปัญหาของโพลยามาใช้กับนักเรียนเพื่อที่จะให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างถูกต้องซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น ฝึกการเขียนอธิบายในลักษณะต่างๆ ตามขั้นตอนของกระบวนการของโพลยา ซึ่งหลังจากได้ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวพบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้ ระดับดีมาก มี 6 คน คิดเป็น ร้อยละ 12.77 ระดับดี มี 29 คน คิดเป็น ร้อยละ 61.70 ระดับพอใช้ มี 8 คน คิดเป็น ร้อยละ 17.02 ระดับต้องปรับปรุง มี 4 คน คิดเป็น ร้อยละ 8.51 ของนักเรียนทั้งหมดและมึนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 43 คน ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนของนักเรียนส่วนมาก อยู่ในระดับดี แต่ก็ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนส่วนที่อยู่ในระดับ พอใช้ กับ ต้องปรับปรุง อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่เคยผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้มาก่อน สามารถอธิบายได้ในแต่ละขั้นตอนว่า ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นการจัดกิจกรรมที่ผู้วิจัยเน้นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการซักถามและใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เบื้องต้นของผู้เรียนซึ่งยังไม่สามารถทำให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้มากพอ โดยผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปัญหาคือใช้คำถามพร้อมยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถเห็นภาพในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น โดยกัญญา โปธิวัฒน์ (2542: 45) กล่าวว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาต่างๆ ที่น่าสนใจสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนมากขึ้น ขั้นที่ 2 ขั้นสอน ผู้วิจัยได้นำเอาโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มา ยกตัวอย่างและแสดงวิธีแก้ปัญหาร่วมกันให้เหตุผลสนับสนุนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่สอนอย่างแท้จริง ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้เรียนของผู้เรียน ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัดครูก็จะมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดตาม

กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา โดยให้นักเรียนได้ฝึกบันทึกลงในแบบบันทึกส่งผลให้นักเรียนเกิดความสับสนในชั้นการเขียนตอบคำตอบลงไปโดยที่นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ โดยปัญหาส่วนมากของนักเรียนก็คือ การวิเคราะห์โจทย์ปัญหาให้ได้ เพราะเป็นขั้นตอนแรกที่จะนำไปสู่การทำแบบฝึกหัด ซึ่งนักเรียนไม่ทราบว่าจะเขียนสิ่งที่โจทย์ให้มาและสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างไร ถ้านักเรียนไม่สามารถระบุได้ในขั้นตอนนี้ก็แสดงว่านักเรียนยังไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาไม่สามารถเขียนระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหาและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โดยช่วงแรกนั้นครูผู้สอนได้ประสบปัญหาคือนักเรียนไม่เข้าใจในสิ่งที่ครูให้ทำ ซึ่งช่วงแรกครูจะทำแบบฝึกหัดให้นักเรียนดูอย่างละเอียดค่อยๆอธิบายในแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียดและเขียนเป็นตัวอย่างให้นักเรียนดูและในตอนหลังพบว่านักเรียนส่วนมากสามารถทำแบบฝึกหัดได้ด้วยตนเองอย่างถูกต้องแต่ต้องใช้เวลานานซึ่งครูจะต้องเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัวในการทำแบบฝึกหัดตลอดเวลาเพื่อที่จะควบคุมเวลาในชั้นเรียนได้ซึ่ง กรมวิชาการ (2545: 195) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถความสามารถในการแก้ปัญหานั้น ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จัดสถานการณ์ปัญหาหรือหาวิธีการที่น่าสนใจท้าทายให้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากคิด ชั้นที่ 5 ชั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ครูยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนมาว่าเอาไปใช้ในในชีวิตอย่างไรซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจและจดจำความรู้ได้นานมากยิ่งขึ้น โดย กรมวิชาการ (2542: 189) กล่าวว่า การนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันจะสามารถทำให้เข้าใจและจดจำความรู้นั้นได้ดีขึ้น ชั้นที่ 6 ชั้นประเมินผล ครูผู้สอนต้องตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยการใช้แบบฝึกทักษะ หรือใบงานโดยใช้คำถามในเนื้อหาที่สอน โดย จรรยา อาจหาญ (2549: 98) กล่าวว่าแบบฝึกทักษะมีประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนหลายประการเช่น ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะตามที่ผู้สร้างกำหนดไว้ ช่วยฝึกความรับผิดชอบในการทำงาน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญในการเรียนรู้ ช่วยตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน เนื่องจากการทำแบบฝึกทักษะผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง นอกจากนั้นผู้สอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในด้านต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานให้ผู้เรียนดังนี้ 1) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา 2) พัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา 3) พัฒนาความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา 4) พัฒนาความสามารถในการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ปานจิต วัชรระรังษี (2548: 102-103) ซึ่งทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อารมณ จันทร

ลาม (2550: 93) ซึ่งได้ทำวิจัยเรื่องผลของการสอนแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา มีความสามารถในการแก้ปัญหโจทย์ปัญหาเศษส่วนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีนักเรียนที่มีผลสอบหลังเรียนผ่านเกณฑ์ 60% คิดเป็นร้อยละ 90.20 นักเรียนที่เรียนโจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหของโพลยา มีความสามารถในการแก้ปัญหในสถานการณ์ที่กำหนดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์มาก เพราะสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด ผูกการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบมีการวางแผนการทำงานอย่างต่อเนื่องชัดเจนและทำให้สามารถแก้ปัญหได้อย่างรวดเร็ว

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL มาใช้กับนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นนำเป็นการทบทวนความรู้ ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ ขั้นที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป ซึ่งในวงจรปฏิบัติการนี้จะสังเกตเห็นได้ว่าครูได้ลดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนลงเป็นเพราะในวงจะปฏิบัติการที่ 1 ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมากจึงทำให้นักเรียนยังไม่เกิดกระบวนการคิดได้คล่องแต่จะเห็นว่า ครูยังคงใช้รูปแบบในการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้คิดอย่างเป็นระบบด้วยตัวเองมากขึ้น มีการบันทึกองค์ความรู้ สรุปความรู้ที่ได้เรียนด้วยตัวเอง ได้ลองฝึกลองถูกด้วยตัวเองมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นดังนี้ ระดับดีมาก มี 26 คน คิดเป็น ร้อยละ 55.32 ระดับดี มี 17 คน คิดเป็น ร้อยละ 36.17 ระดับพอใช้ มี 2 คน คิดเป็น ร้อยละ 4.26 ระดับต้องปรับปรุง มี 2 คน คิดเป็น ร้อยละ 4.26 ของนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 45 คน ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนมากมีการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนมากมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีและดีมาก ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนได้คุ้นเคยกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู คุ้นเคยกับการได้ฝึกปฏิบัติด้วยตัวเองมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองสามารถทำให้นักเรียนจดจำความรู้ที่สร้างเองได้นานและมั่นคงสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้อย่างถูกต้อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ KWDL เป็นการเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการอ่าน การคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการคิดอย่างรู้ตัวว่าตนคิดอะไร มีวิธีคิดอย่างไร สามารถตรวจสอบความคิดของตนเองได้ และสามารถปรับเปลี่ยนกลวิธีการคิดของตนได้ โดยผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง มีการวางแผนตั้งจุดมุ่งหมายตรวจสอบความเข้าใจของตนและแสวงหาคำตอบ โดย วีระศักดิ์ เลิศโสภา (2544: 5) กล่าวว่า เทคนิค KWDL จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาสติปัญญา พัฒนาทักษะทางสังคมพัฒนาทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เกิดผลสะท้อน

หลายรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้เป็นนักแก้ปัญหาที่ดีซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ฉวีวรรณ ธรรมทินโน (2554: 132) พบว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ K-W-D-L เรื่อง ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 81.94/80.28 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับ จิราภรณ์ อุภา (2554: 92-93) พบว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 84.29/83.04 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับ มะลิ ศรีสารคาม (2554: 68) พบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 90.61/74.14 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับ มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น (2554: 79) มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ KWDL เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนของของ KWDL มีค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อให้ค้นหาข้อมูลและบันทึกตามที่ต้องการในแต่ละขั้นสามารถช่วยส่งเสริมทักษะการอ่านมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอ่านเชิงวิเคราะห์ เนื่องจากการอ่านโจทย์ไม่เข้าใจอย่างชัดเจน วิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ก็ถือเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ KWDL จะช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติตามกรอบแนวคิด มีขั้นตอนการปฏิบัติ ส่งผลให้เข้าใจปัญหา นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่ต้องการทราบ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และขั้นตอนกระบวนการวิธีทำที่แสดงได้อย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยนำเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้มาในคาบนั้นๆ มาประยุกต์กับความรู้ที่มีเพื่อที่จะสามารถทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้อง

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นสอน 3) ขั้นสรุป ซึ่งในขั้นสอนนั้นยังแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนย่อยอีก คือ ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญหน้ากับปัญหา (Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดกระบวนการ (Transformation- Formulation) ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติ (Implementation) ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นที่ 5 ขั้นซึมซับทางความคิด (Internalisation) โดยในขั้นสอนนี้นักเรียนจะได้บันทึกลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาย่างเป็นระบบและละเอียดโดยครูเป็นผู้ชี้แนะในการบันทึกในแต่ละขั้น หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนการสอนแล้วพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้ ระดับดีมาก มี 35 คน คิดเป็นร้อยละ 74.47 ระดับดี มี 11 คน คิดเป็น ร้อยละ 23.40 ระดับพอใช้ มี 1 คน คิดเป็น ร้อยละ 2.13 ของนักเรียนทั้งหมดและมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 47 คน ซึ่งเห็นได้ว่านักเรียนส่วนมากได้มีการ

พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไปอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมมากขึ้นได้มีการบันทึกความรู้ในชั้นกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างละเอียดมากขึ้นส่งผลให้นักเรียนได้คิดอย่างมีระบบ ไตร่ตรองความคิดจนตกผลึกเป็นองค์ความรู้ด้วยตัวเองซึ่งสิ่งนี้เป็นสิ่งสำคัญมากที่จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์มากขึ้นและมีความรู้ที่อยู่กับตัวนักเรียนได้นานยิ่งขึ้นสามารถนำเอาความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องครบถ้วนตามสิ่งที่โจทย์ถามและสมเหตุสมผลหรือไม่ โดย พาสนา จุฬรัตน์ (2556: 5-6) กล่าวว่า การกำกับทางปัญญาเป็นการทำให้บุคคลตระหนักรู้เกี่ยวกับความรู้ กระบวนการคิด การควบคุมกระบวนการคิดการทำงานของตน โดยรู้จักเลือกใช้กลวิธีต่างๆ ที่เหมาะสมในการนำมาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ อันจะช่วยให้การเรียนรู้ประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการ จะเห็นได้ว่าทั้ง 5 ขั้นตอนจะฝึกการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนซึ่งส่งผลให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จรุง ขำพงศ์ (2542: 50) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันสูงกว่าก่อนการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับการศึกษาของ พรพิรุณ บุตรดา (2550: 124) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีแบบปกติ และสอดคล้องกับ นุชรินทร์ รื่นรัมย์ (2554: 98) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชัน เรื่องโจทย์ปัญหาทศนิยม โดยใช้วิธีสอนแบบ 5 Es สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนทำแบบทดสอบ ชั้นที่ 1 การเข้าสู่ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74.55 ชั้นที่ 2 การกำหนดโครงสร้างในการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.09 ชั้นที่ 4 การประเมินผล มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 73.64 และชั้นที่ 5 การสะท้อนผลมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.73 ทุกขั้นตอนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 76.48 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 26 คน ร้อยละ 75.76 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และสอดคล้องกับ ปราณีย์ โพธิ์

เสนา (2553: 114) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการจัดการการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สอดแทรกยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน เรื่อง เศษส่วน มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งยังสอดคล้องกับ อภิสิทธิ์ โครตวรินทร์ (2555: 98) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชันระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้เรียนด้วย กระบวนการเมตาคอกนิชัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 จากงานวิจัยดังกล่าว ทำให้ได้ทราบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการตรวจสอบและประเมินความสามารถของตนเอง การกำหนดแผนของตนเอง การดำเนินการแก้ปัญหา การเลือกกลยุทธ์และการตรวจสอบคำตอบซึ่งกระบวนการกำกับทาง ปัญญาเป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นไปที่การตรวจสอบความสามารถของตนเองและควบคุมกระบวนการ คิดของตนเองที่ใช้ในระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหาซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ ฝึก คิดอย่างมีระบบ คิดอย่างละเอียดรอบคอบ มีการพัฒนาปรับเปลี่ยนองค์ความรู้ของตนเองอยู่ ตลอดเวลา ส่งผลให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการจัดการการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา การจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL และการจัดการจัดการ การเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาเป็นการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนสามารถ ทำความเข้าใจกับปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา มีกระบวนการที่สามารถใช้ในแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็น ระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ที่จะนำเสนอวิธีการคิด การวางแผน การดำเนินการแก้ปัญหา การ ตรวจสอบที่สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และมีทักษะการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดการ กิจกรรมการสอนของครูผู้สอนทำให้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนปรากฏเห็นได้อย่าง ชัดเจน ซึ่งนักเรียนจะสามารถนำกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ใน โอกาส อื่น ๆ ได้ และสอดคล้องกับ Polya (1957: 151) ที่กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระกระบวนการ หรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหา คำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการตัดสินใจ การเรียนการสอน เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนมีวิธีการที่ดีในการแก้ปัญหา มากกว่าที่จะสอนให้ นักเรียนรู้คำตอบของปัญหา โดยพยายามส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบรูปแบบหรือวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยตนเอง นั่นคือ เน้นทักษะกระบวนการคิดของนักเรียนนั่นเอง เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งของวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐาน ความคิดรวบยอด ทักษะการ

คิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาให้ประสบความสำเร็จและ เนื่องจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการที่สำคัญและจำเป็นต่อนักเรียนในการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูควรปลูกฝังให้นักเรียนตระหนักในกระบวนการคิดและเข้าใจถึง ขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง แม้ว่าจะมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถดำเนินการ แก้ปัญหาด้วยตนเองได้ แต่ก็ยังมีจำนวนนักเรียนไม่น้อยที่ไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองและไม่รู้ว่าควร เริ่มต้นแก้ปัญหานั้นอย่างไร และจะดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไรต่อไป ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญกับ นักเรียนกลุ่มนี้เป็นพิเศษอาจจะต้องให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางให้กับนักเรียนให้สามารถ แก้ปัญหาได้ ทั้งนี้ นักเรียนกลุ่มนี้อาจจะไม่มีความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 4)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคย ทำให้การจัดการเรียนการสอน ค่อนข้างติดขัดและล่าช้า ผู้สอนควรมีการเตรียมตัววางแผนในการจัดกิจกรรมในแต่ละชั่วโมงให้ เหมาะสม

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ครูจะต้องอธิบายขั้นตอนการจัด กิจกรรมอย่างละเอียดให้นักเรียนเข้าใจ เนื่องจากการใช้เทคนิค KWDL นักเรียนจะต้องบันทึกตาม แผนผังในแต่ละขั้นด้วยตนเอง ซึ่งในช่วงแรกครูอาจจะสาธิตวิธีการบันทึกเพื่อให้การสนับรุดตาม วัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการ กำกับทางปัญญา เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ค่อนข้างจะมีการบันทึกหลายขั้นตอนมาก ครูควร จะอธิบายวิธีการบันทึกให้ชัดเจนและครูควรให้เวลากับนักเรียนในการคิด ปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้ ด้วยตัวนักเรียนเองไม่ควรไปเร่งรัดหรือจำกัดความคิดของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาวีธีการจัดการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาทักษะความสามารถ ของนักเรียนในด้านอื่นๆ เช่น การให้เหตุผล การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษากับ เนื้อหาในเรื่องอื่น ๆ ว่ามีความเหมาะสม และสามารถสอนโดย ใช้วิธีการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้กับเนื้อหาในเรื่องใดบ้าง

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2542). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญจนก กามะพร. (2553). *การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบ SSCS และการสอนแบบ KWDL*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัย สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กัญญา โพธิ์วัฒน์. (2542). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. สุรินทร์: สถาบันราชภัฏสุรินทร์.
- กิตติพร ปัญญาภิบาล. (2549). การวิจัยปฏิบัติการ แนวทางสำหรับครู. กรุงเทพฯ: นันทพันธ์พรินต์ติ้ง.
- จรรยา อางหาญ. (2549). *หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- จิราภรณ์ อุปภา. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ฉวีวรรณ ธรรมทินโน. (2554). *การพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ K-W-D-L เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2554). ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ชาญวิทย์ โสภิตะชา. (2546). *การดำเนินงานเพื่อพัฒนาวินัยนักเรียน โรงเรียนบ้านโคกเลาะ (มิตรภาพที่ 159) อำเภอกุฉินชัย จังหวัดอุบลราชธานี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัย สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). *อยากทำวิจัยในชั้นเรียนแต่เขียนไม่เป็น*. กรุงเทพฯ: ดวงกลมสมัย.
- ณัฐพร ศรีบุรณ์. (2543). *การสร้างแบบทดสอบอัตนัยเพื่อวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทวีป ศิริรัมย์. (2537). *แนวทางในการเผยแพร่ผลงานวิจัย เอกสารการประชุมปฏิบัติการเกี่ยวกับการวิจัยการศึกษาครั้งที่ 5 เรื่องการนำผลวิจัยไปใช้ในการจัดการศึกษา*. กรุงเทพฯ: กองการวิจัย การศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- ทิตนา แคมมณี. (2540). *แบบแผนและเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2545). *แนวทางการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ ข้อค้นพบจากการศึกษาพหุกรณี*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภตล เจนอักษร. (2544). *แก่นวิจัยในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: ภาคพิมพ์.
- นิรันดร์ แสงกุหลาบ. (2547). *การเปรียบเทียบการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และตามแนว สสวท*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นุชรินทร์ รื่นรมย์. (2554). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่เน้น กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยมโดยใช้วิธีสอนแบบ 5Es สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตร และการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด, สมนึก ภัททิยธนี, อรุณศรี ศรีสะอาด, สมบัติ ท้ายเรือคำ, ประวิต เอรารวรรณ์, ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. . . ทศนรินทร์ สว่างบุญ. (2558). *พื้นฐานการวิจัยการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- บุญชม ศรีสะอาด, สมนึก ภัททิยธนี, อรุณศรี ศรีสะอาด, สมบัติ ท้ายเรือคำ, ประวิต เอรารวรรณ์, ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2555). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- ปภัสสร แก้วพิลากรมย์. (2554). *การศึกษาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ที่เน้นขั้นตอนแก้ปัญหาของ Polya เรื่อง สมการเชิงเส้น ตัวแปร เดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตร และการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ประพนธ์ เจียรกุล. (2539). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวิจัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สยาม.
- ประวีต เอรารวรรณ. (2545). การวิจัยปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ: ดอกหญ้าวิชาการ.
- ปราณี โพธิ์เสนา. (2553). ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิค TAI สอดแทรกยุทธศาสตร์เมตาคognitionชั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พรชัย หนูแก้ว. (2545). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการวิจัยในชั้นเรียนสำหรับครูในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.
- พรพิรุณ บุตรดา. (2550). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนด้วยวิธีสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคognitionชั้นกับการเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้: ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์. (2548). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์ กรู๊ป แบนเนจเมินท์.
- พิศมัย ศรีอำไพ. (2533). คณิตศาสตร์สำหรับครูประถม. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- มณีนรัตน์ พันธดา. (2556). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบ SSCS ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ POLYA. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มะลิ ศรีสารคาม. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค K-W-D-L เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น. (2554). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาความสามารถในการวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2538). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 28(2), 10-24.
- ยุพิน ยืนยง. (2549). การนิเทศแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเพื่อพัฒนาสมรรถภาพการจัดการเรียนรู้ ด้วยเทคนิค KWDL ของครูผู้สอนคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2547). เทคนิคการจัดการเรียนรู้ สำหรับครูมืออาชีพ. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2548). เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2549). เทคนิคการจัดการเรียนการสอนและการนิเทศ. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2554). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546). การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: สุริยวารสาร.
- วีณา ประชากุล และประสาท เนื่องเฉลิม. (2554). รูปแบบการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560). ระบบประกาศผลสอบวิชาสามัญ 9 วิชา ประจำปีการศึกษา 2559. Retrieved from <http://www.gatpat.niets.or.th/AMS60/mdLogin/frmLogin2.aspx>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์เล่ม 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการจัดกลุ่มนักเรียนและเรียงลำดับเนื้อหาสาระต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สำลี ทองธิว. (2545). หลักและแนวทางปฏิบัติในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา กรณีวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุภาภรณ์ ทองใส. (2548). การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีจัดการเรียนรู้ ด้วยเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดีแอล (KWDL) ร่วมกับแนวคิดของวรรณิ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2553). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ จันทร์เพชร. (2548). ค่าบริการกับการจัดบริการสาธารณะของเทศบาล. วารสารวิทยาการ จัดการ, 73–83.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2544). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2553). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสรี ทองลอย. (2549). คู่มือค่ายคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: Learn and play mathgroup.
- อภิสิทธิ์ โครตธนรินทร์. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ยุทธวิธี เมตาคอกนิชันระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อัมพร ม้าคอง. (2546). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [NCTM], N. C. (1991). *Professional and Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- [NCTM], N. C. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Adibina, A., and Putt, I. J. (1998). Teaching problem solving to year 6 students: A new approach. *Mathematics Education Research Journal*, 10, 42–58.
- Al-Shaye, S. S. (2003). *The Effectiveness of Metacognitive Strategies on Reading Comprehension and Comprehension Strategies of Eleventh Grade Students in Kuwaiti High School*. *Dissertation Abstracts International*.

- Aravena, D.M., & Caamano, E. . (2008). *The method of problem solving based on the Japanese and Polya's models. A classroom experience in Chilean schools. Chile. Mathematics Department, Basic Sciences Institute. Catholic University of Talca – Chile.*
- Artzt, A. F., and A.-T. (1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving. *Cognition and Instruction*, 9, 137–175.
- Beyer, B. K. (1987). *Practical Strategies for Teaching of Thinking. Boston: Allyn and Bacon.*
- Burks, L. C. (1996). The Use of Writing as a Means of Teaching Eight Grade Students to Use Executive Process and Heuristic Strategies to Solving Mathematical Problem (Problem Solving). *Dissertation Abstracts International*, 4019–A.
- Cross, D. R., and Paris, S. G. (1988). Development Instruction Analysis of Children's Metacognition and Reading Comprehension. *The Reading Teacher Journal of Educational Psychology*, 36(121), 131–142.
- Donner, M. (2017). Madison Metropolitan School District. *Five Phases of Action Research*. Retrieved from <https://pd.madison.k12.wi.us/node/234>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and Cognition Monitoring: A New Area of Cognitive Developmental Inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911.
- Garofalo, J., and Lester, F. K. (1985). Metacognition: Answered and Unanswered Questions. *Education Psychologist*, 24(2), 163–176.
- Goos, M., and Galbraith, P. (1996). Do it this way! Metacognitive strategies in collaborative mathematical problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 30, 229–260.
- Kemmis, S and McTaggart, R. (1998). *The Action Research Planer*. Victoria: Deakin University.
- Leppaaho, H. (2004). *Teaching Mathematical Problem Solving Skill in the Finish Comprehensive School.*
- Mary, B.-M., Greenwood, D., & Maguire, P. (2003). Why action research. *SAGE Journal*. Retrieved from <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/14767503030011002>

Polya, G. (1973). *How to Solve it : A New Aspect of Mathematical Method*. New Jersey: Princeton University Press.

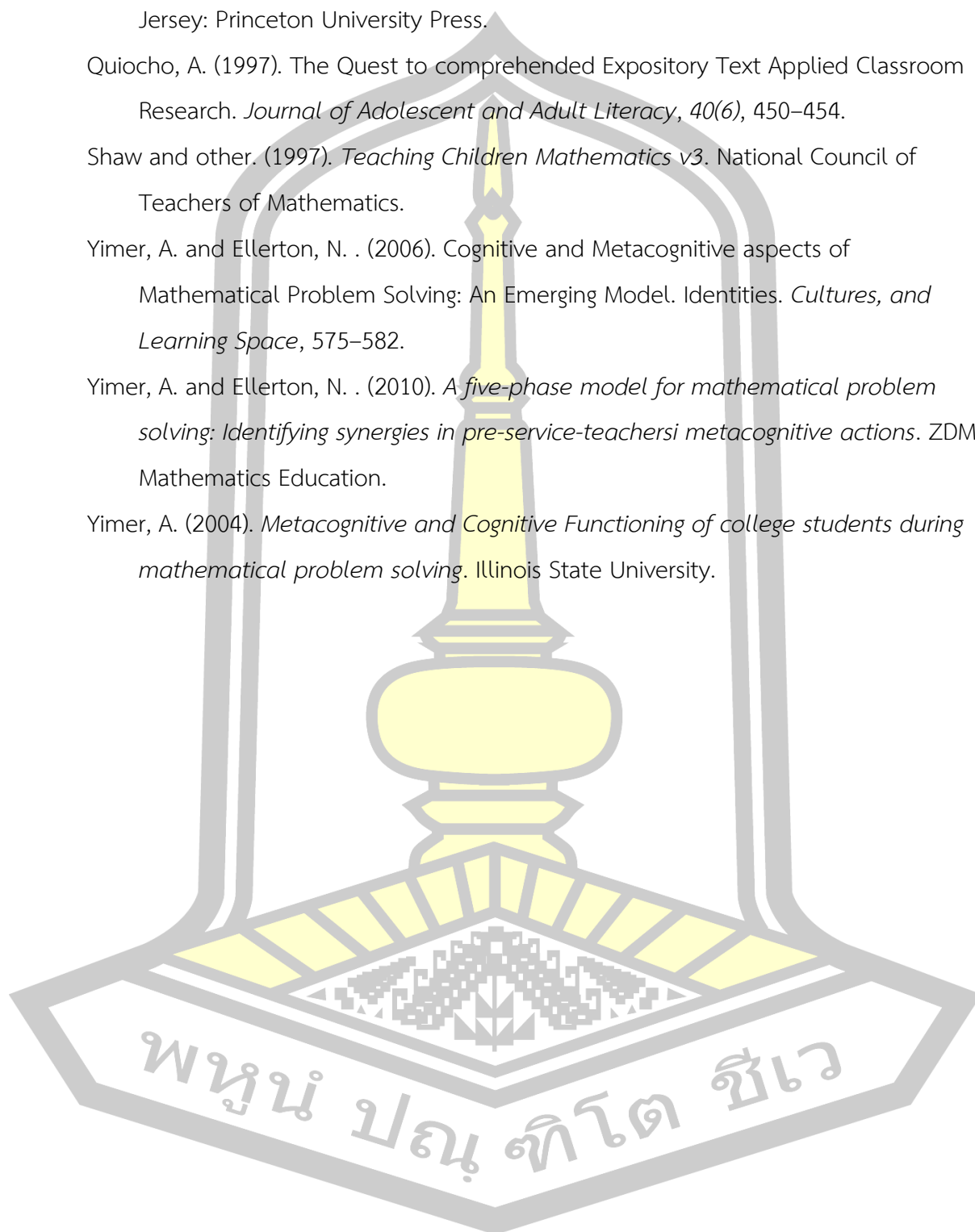
Quioco, A. (1997). The Quest to comprehend Expository Text Applied Classroom Research. *Journal of Adolescent and Adult Literacy*, 40(6), 450–454.

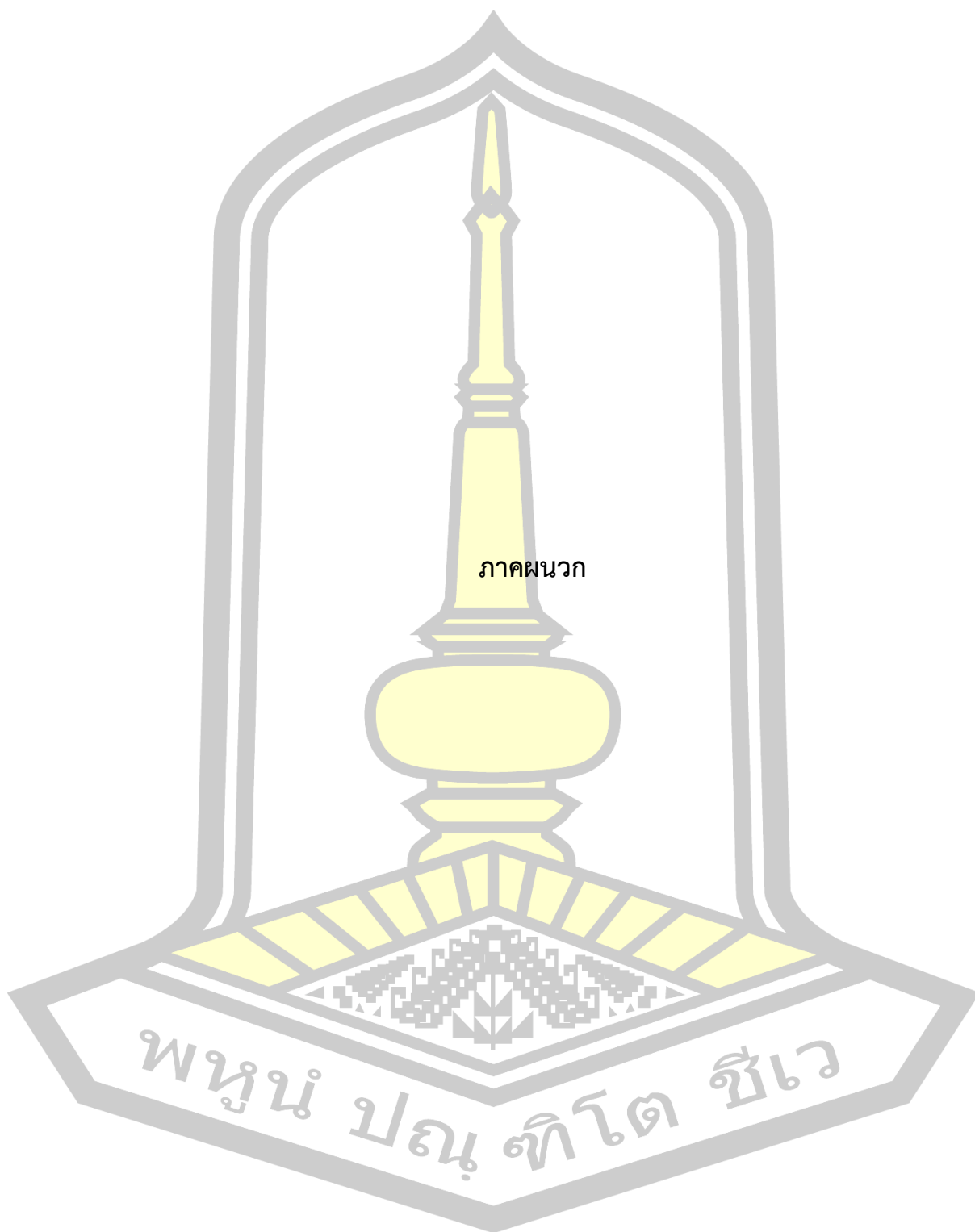
Shaw and other. (1997). *Teaching Children Mathematics v3*. National Council of Teachers of Mathematics.

Yimer, A. and Ellerton, N. . (2006). Cognitive and Metacognitive aspects of Mathematical Problem Solving: An Emerging Model. *Identities. Cultures, and Learning Space*, 575–582.

Yimer, A. and Ellerton, N. . (2010). *A five-phase model for mathematical problem solving: Identifying synergies in pre-service-teachers' metacognitive actions*. ZDM Mathematics Education.

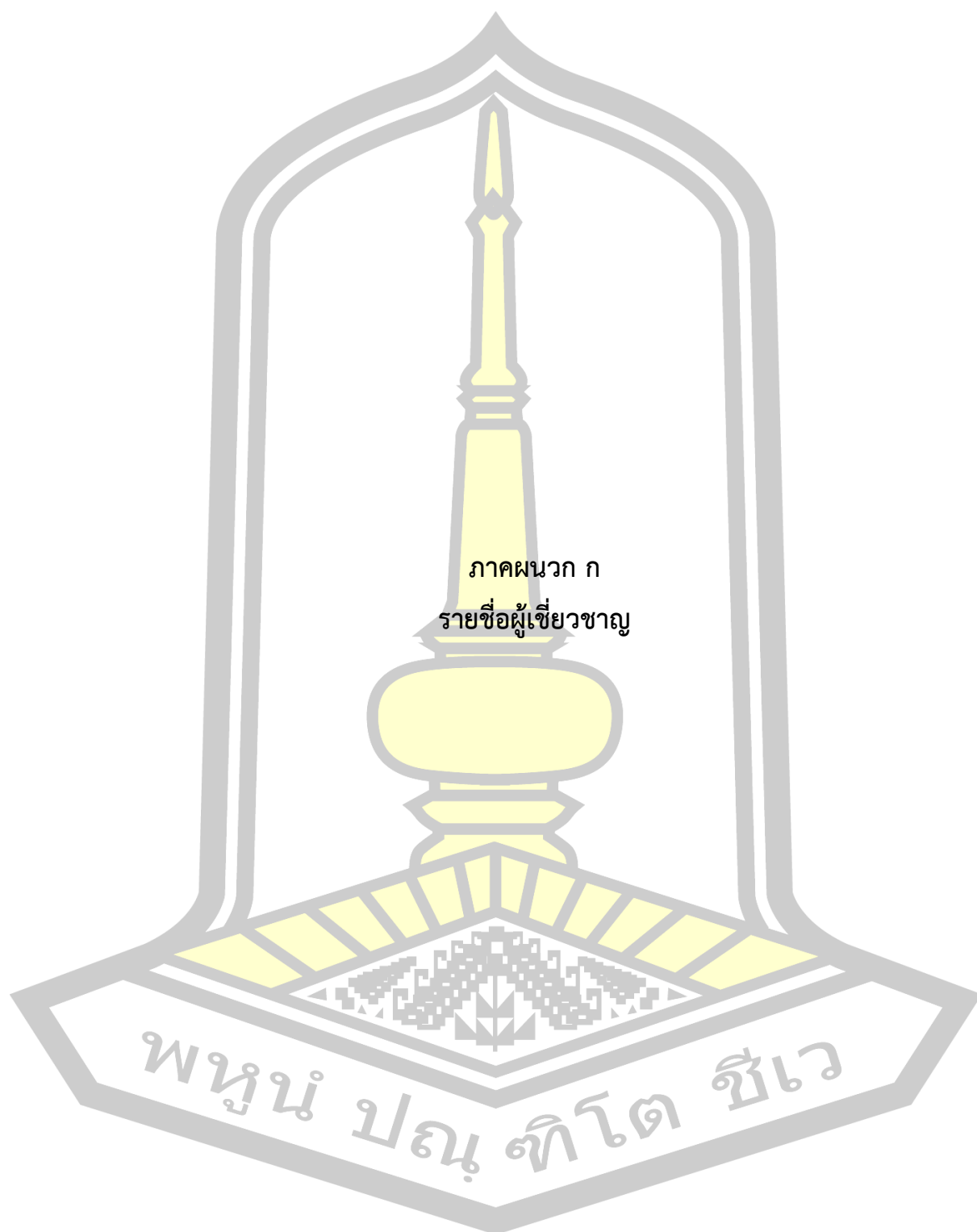
Yimer, A. (2004). *Metacognitive and Cognitive Functioning of college students during mathematical problem solving*. Illinois State University.





ภาคผนวก

พหุ ประจักษ์ ชัยเว

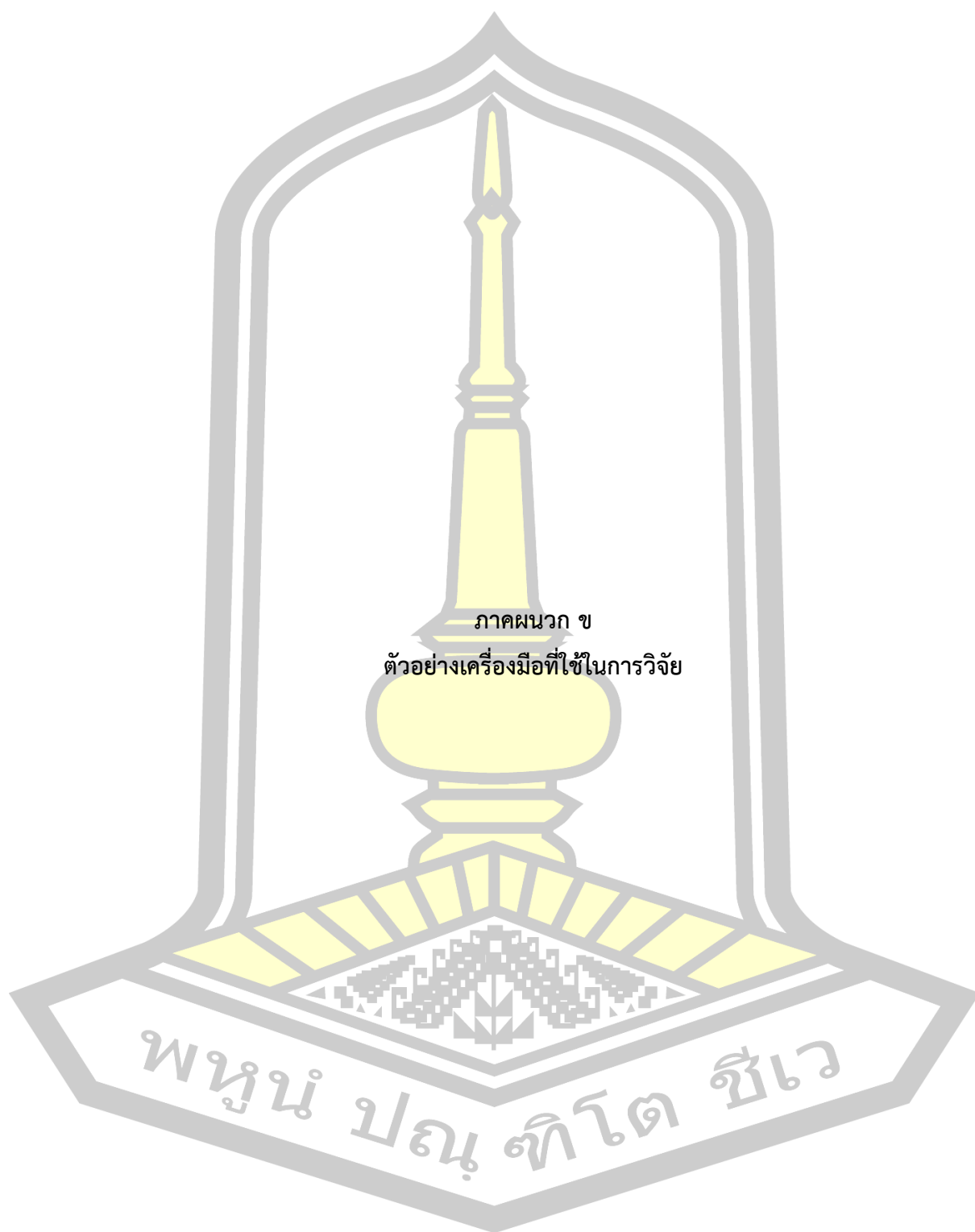


ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเครื่องมือวิจัย

- 1) อาจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ ศษ.ด. (หลักสูตรและการสอน) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 2) อาจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ ค.ด. (วัดและประเมินผล) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 3) ผศ.ดร.ภมรพรรณ อยุธยา กศ.ด. (จิตวิทยาการให้คำปรึกษา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยา
- 4) นางยุพิน พลเรือง กศ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
- 5) นายสวัสดิ์ จันทร์มนตรี วท.ม. (คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
- 6) นางสาวศุภวรรณ โคตรท่าน ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
- 7) นางสิริพร ภูหัดอน ศษ.ม. (การบริการการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
- 8) นางสมพร พลพันธ์ ค.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
- 9) นายสุรเดช แก้วแสนเมือง ศษ.ม. (การบริการการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
- 10) นายทรงรัตน์ ภารสถิตย์ ค.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
- 11) นางนงคัลักษณ์ วรรณประภา ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
- 12) นางจิรัชยา ปวงประซัง ค.บ.(คณิตศาสตร์) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม
- 13) นายยุทธนา นรสาร วท.บ. (สถิติประยุกต์) ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม



ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค โพลยา

หน่วยการเรียนรู้ ภาคตัดกรวย

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง วงกลม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 1 คาบ 55 นาที

ภาคเรียนที่ 2/25560

สอนวันที่.....

ผลการเรียนรู้

เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นภาคตัดกรวยเมื่อกำหนดส่วนต่างๆของภาคตัดกรวยให้และเขียนกราฟของความสัมพันธุนั้นได้

สาระสำคัญ

วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (h, k) รัศมียาว r หน่วย จะมีรูปสมการ ดังนี้

$$(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2$$

รูปทั่วไปของสมการวงกลม $x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0$ เมื่อ A, B, C เป็นค่าคงที่

จุดศูนย์กลางอยู่ที่ $\left(\frac{-A}{2}, \frac{-B}{2}\right)$

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสมการวงกลมที่กำหนดให้มีจุดศูนย์กลางที่ตำแหน่งใด
- นักเรียนสามารถเปรียบเทียบได้ว่าสมการทั่วไปที่กำหนดให้มีกราฟเป็นวงกลมหรือไม่

ด้านทักษะ / กระบวนการ

- นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องวงกลมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวงกลมได้
- นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้

ด้านคุณลักษณะ

- นักเรียนทำงานเป็นระบบ และมีความรอบคอบ

สาระการเรียนรู้

บทนิยาม วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (h, k) รัศมียาว r หน่วย จะมีรูปสมการ ดังนี้

$$(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2$$

รูปทั่วไปของสมการวงกลม $x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0$ เมื่อ A, B, C เป็นค่าคงที่
จุดศูนย์กลางอยู่ที่ $\left(\frac{-A}{2}, \frac{-B}{2}\right)$

กิจกรรมการเรียนรู้

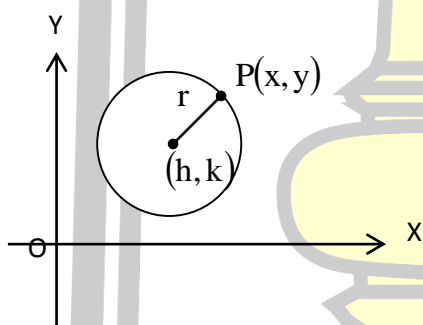
1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม

ครุฑทบทวนเรื่องวงกลม (Circle) คือเซตของจุดทั้งหมดในระนาบที่ห่างจากจุดๆ หนึ่งที่ตรึงอยู่กับที่ เป็นระยะคงตัว จุดที่ตรึงอยู่กับที่นี้เรียกว่า จุดศูนย์กลาง (Center) ของวงกลม และระยะทางคงตัว ดังกล่าวเรียกว่า รัศมี (radius) ของวงกลม หลังจากนั้น ครูวาดรูปวงกลมให้นักเรียนช่วยกันพิจารณา ดังนี้

วงกลมซึ่งมีจุดศูนย์กลางที่ (0,0) และรัศมียาว r หน่วย คือ $x^2 + y^2 = 9$

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่

วงกลมซึ่งมีจุดศูนย์กลางที่ (h, k) และรัศมียาว r หน่วย คือ



รูปทั่วไปของสมการวงกลมและส่วนต่างๆ ของวงกลมต่อไปนี้

$$x^2 + y^2 + Dx + Ey + F = 0$$

จะมีจุดศูนย์กลางที่ $\left(-\frac{D}{2}, -\frac{E}{2}\right)$ รัศมียาว $\frac{1}{2}\sqrt{D^2 + E^2 - 4F}$ หน่วย

- (1) ถ้า $D^2 + E^2 - 4F > 0$ กราฟเป็นวงกลม มีรัศมียาว $\frac{1}{2}\sqrt{D^2 + E^2 - 4F}$ หน่วย
- (2) ถ้า $D^2 + E^2 - 4F = 0$ กราฟเป็นจุด
- (3) ถ้า $D^2 + E^2 - 4F < 0$ เป็นวงกลมจินตภาพ

และในกรณีที่สมการ $x^2 + y^2 + Dx + Ey + F = 0$ มีกราฟเป็นวงกลม เรียกสมการนี้ว่า รูปแบบทั่วไปของสมการวงกลม และสามารถเขียนสมการใหม่ให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานได้โดยใช้วิธี กำลังสองสมบูรณ์

ตัวอย่างที่ 1 จงหาสมการของวงกลมที่มีรัศมี (r) = 3 และจุดศูนย์กลาง (2,3)

วิธีทำ จากสูตรวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่ (h,k) คือ $(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2$

$$\text{จะได้} \quad (x-2)^2 + (y-3)^2 = 3^2$$

$$x^2 - 4x + 4 + y^2 - 6y + 9 = 9$$

$$x^2 + y^2 - 4x - 6y + 4 = 0$$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาจุดศูนย์กลางและรัศมีของวงกลม $2x^2 + 2y^2 + 4x - 8y + 8 = 0$

วิธีทำ จัดรูปจะได้ $2x^2 + 2y^2 + 4x - 8y + 8 = 0$

$$x^2 + y^2 + 2x - 4y + 4 = 0$$

$$(x^2 + 2x) + (y^2 - 4y) = -4$$

$$(x^2 + 2x + 1^2) + (y^2 - 4y + 2^2) = -4 + 1^2 + 2^2$$

$$(x+1)^2 + (y-2)^2 = 1$$

ดังนั้น จะได้จุดศูนย์กลางคือ (-1, 2) และรัศมี = 1

3. ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดกำเนิด (h, k) และรัศมียาว r หน่วย คือ $(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2$

4. ขั้นฝึกทักษะ

ครูมอบหมายงานให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 ส่งท้ายชั่วโมง โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้

ครูให้นักเรียนนำสิ่งของใกล้ตัวที่มีลักษณะเป็นรูปวงกลมมาวัดความยาวรัศมีแล้วสร้างสมการเส้นตรงที่มีจุดศูนย์กลางแตกต่างกัน

6. ขั้นประเมินผล

ครูเฉลยใบกิจกรรมที่ 2 แล้วตรวจสอบความถูกต้องของแบบฝึกทักษะ

สื่อการเรียนการสอน

- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (h,k)
- หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- ห้องสมุดโรงเรียนสารคามพิทยาคม

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. ด้านความรู้ ตรวจใบกิจกรรมที่ 2	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	ใบกิจกรรมที่ 2
2. ด้านทักษะ/กระบวนการ ตรวจแบบวัดทักษะ/กระบวนการ	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	ใบกิจกรรมที่ 2
3. ด้านคุณลักษณะ สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	คะแนนรวมร้อยละ 75 ขึ้นไป	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม การเรียน

บันทึกข้อเสนอแนะครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางยุพิน พลเรือง)

ครูพี่เลี้ยงวิชาเฉพาะ

วันที่ เดือน พ.ศ.

บันทึกข้อเสนอแนะหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสวัสดิ์ จันทร์ตรี)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วันที่ เดือน พ.ศ.

พูน ปณ กิจ

บันทึกข้อเสนอแนะฝ่ายบริหารงานวิชาการ

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

ลงชื่อ.....

(นายชนะศักดิ์ ตรีสุทธีวงษา)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่ เดือน พ.ศ.

บันทึกข้อเสนอแนะผู้บริหารสถานศึกษา

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

ลงชื่อ.....

(นายเกษม ไชยรัตน์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม

วันที่ เดือน พ.ศ.

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

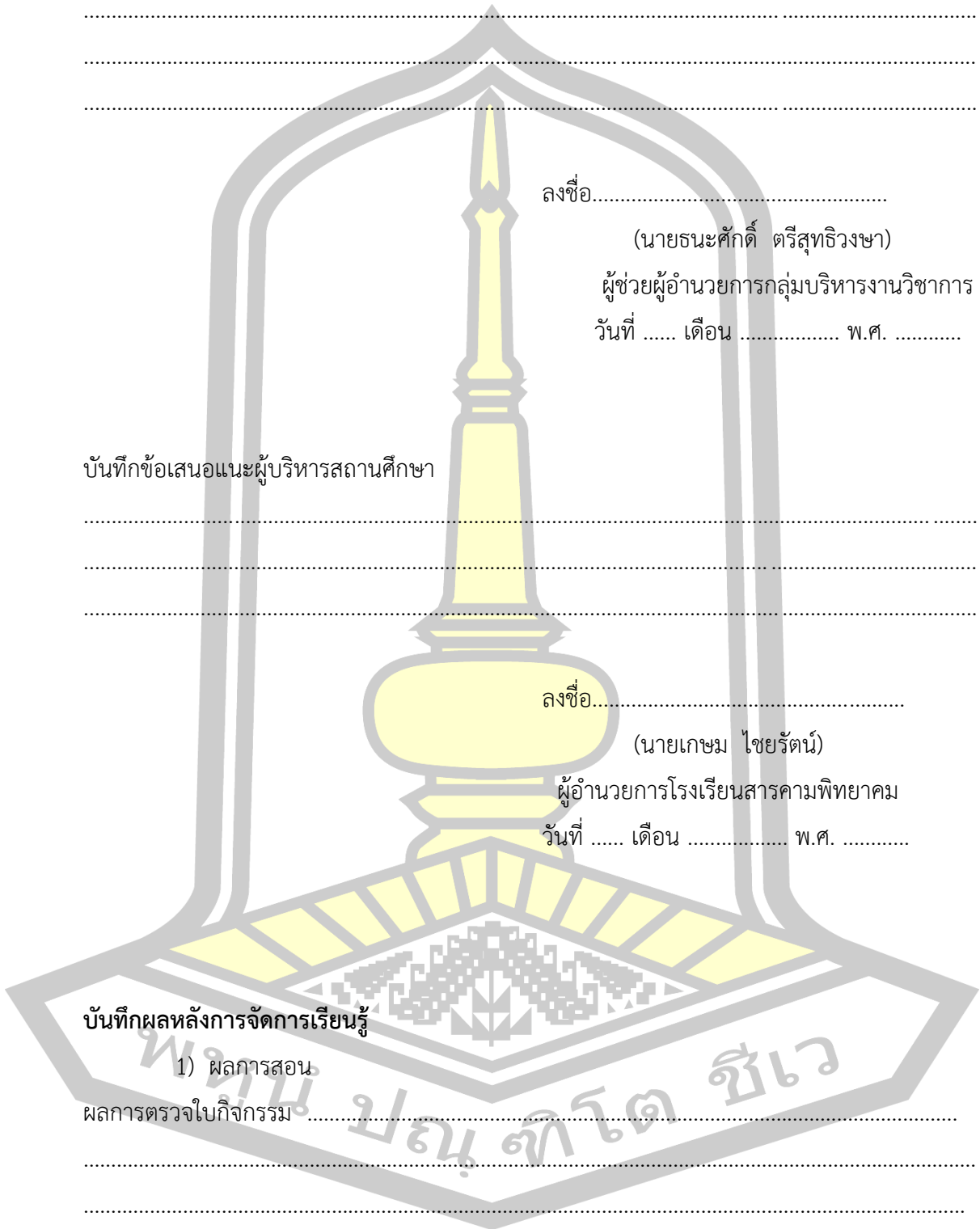
1) ผลการสอน

ผลการตรวจใบกิจกรรม

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

ผลการตรวจแบบวัดทักษะ/กระบวนการ.....

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



การสังเกตพฤติกรรมในการเรียน.....

2) ปัญหาและอุปสรรค

3) ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

(ลงชื่อ).....ผู้สอน

(นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (h,k)

1. จงหาจุดศูนย์กลางและรัศมี ของวงกลม

$$x^2 + y^2 + 2x + y + 1 = 0$$

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

สิ่งที่โจทย์ถามหา.....

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

นักเรียนมีขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

2. จงสร้างสมการวงกลมมีจุดศูนย์กลางที่ (-1, 3)

และผ่านจุด (-4, -3)

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

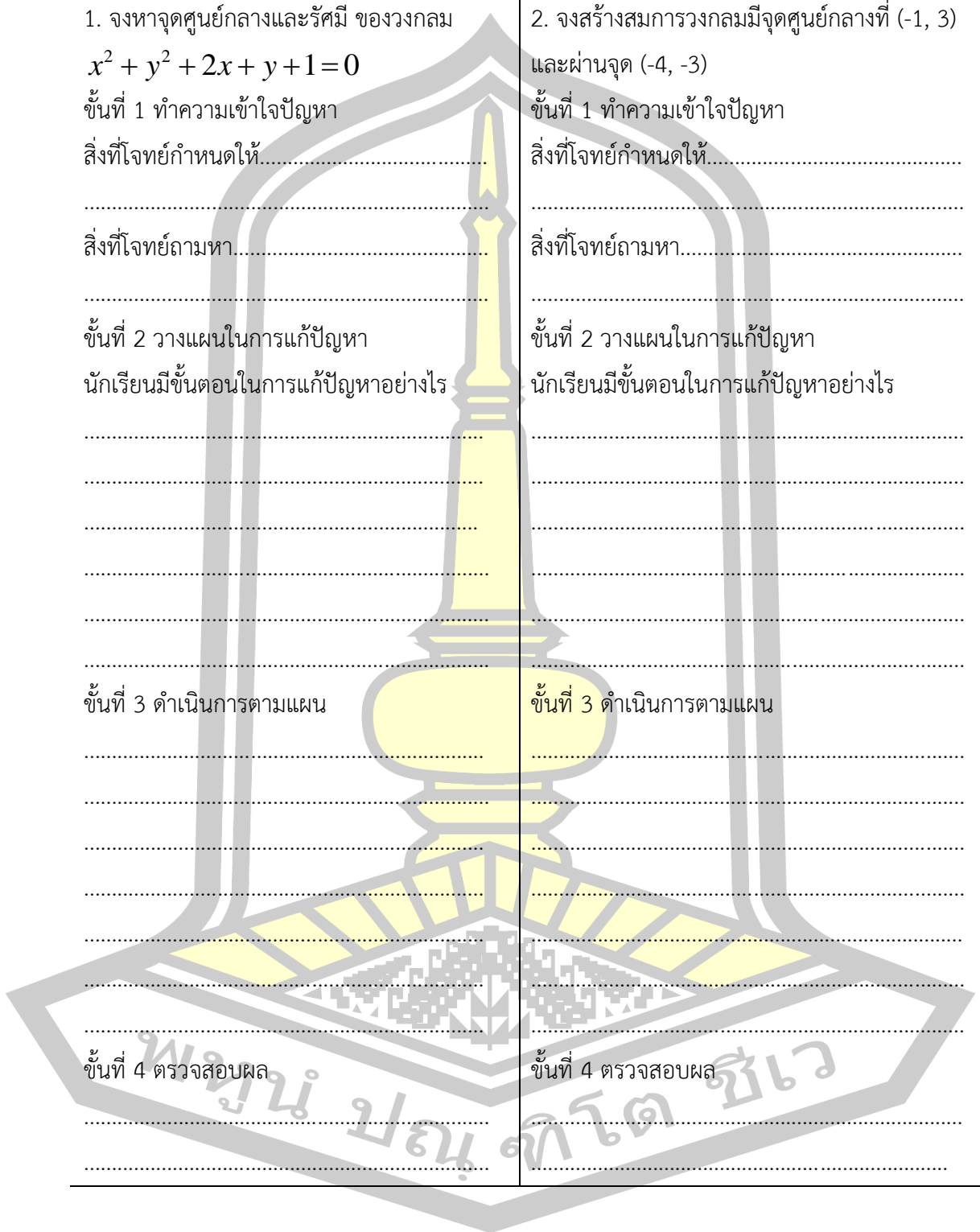
สิ่งที่โจทย์ถามหา.....

ขั้นที่ 2 วางแผนในการแก้ปัญหา

นักเรียนมีขั้นตอนในการแก้ปัญหายังไร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล



การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการ

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค31202

วันที่.....เดือน.....ปี..... เรื่อง วงกลม

คำชี้แจง ครูผู้สอนเขียนคะแนน 0, 1, 2, 3 ถ้านักเรียนมีลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนด

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	การ	การ	รวม	สรุป	
		แก้ปัญหา	สื่อสาร		ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3	3	6		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมไม่ต่ำกว่า 3 คะแนน

บันทึกเพิ่มเติม

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการ

ความสามารถในการแก้ปัญหา

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหา
3	ใช้ยุทธวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาเหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาคำตอบที่ถูกต้องสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ
2	ใช้ยุทธวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องสำเร็จ แต่มีการเข้าใจบางส่วนของกระบวนการแก้ปัญหาผิดไป หรือหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่มีวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาผิดไป
1	แสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกความเข้าใจปัญหาแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง หรือไม่สามารรถดำเนินการหาคำตอบได้
0	ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหาวิธีในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
3	ใช้คำหรือข้อความทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายอย่างถูกต้อง เหมาะสม ชัดเจน แสดงให้เห็นอย่างถึงความเข้าใจอย่างชัดเจนถึงเหตุผลโดยตอบทุกขั้นตอน
2	ใช้ข้อความทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้อง แต่ไม่ย่อ สื่อสารได้ชัดเจนเฉพาะบางส่วนเท่านั้น
1	ใช้คำทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายผิดเป็นส่วนใหญ่ เหตุผลไม่สมบูรณ์ สื่อความหมายได้เฉพาะตนเองเท่านั้นที่เข้าใจ
0	ไม่แสดงพฤติกรรม

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
การร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ...4...

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค31202

วันที่.....เดือน.....ปี..... เรื่อง วงกลม

คำชี้แจง ครูผู้สอนเขียนคะแนน 0, 1, 2, 3 ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามเกณฑ์การสังเกต

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ความ	สรุป	
		รอบคอบ	ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

ทำงานเป็นระบบรอบคอบ

คะแนน	ทำงานเป็นระบบรอบคอบ
3	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ - การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ตัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ถูกต้องครบถ้วน
2	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่
1	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่
0	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีการวางแผนการทำงาน - ทำงานผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 80



ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ KWDL

หน่วยการเรียนรู้ ภาคตัดกรวย

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง พาราโบลา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 1 คาบ 55 นาที

ภาคเรียนที่ 2/25560

สอนวันที่.....

ผลการเรียนรู้

เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นภาคตัดกรวยเมื่อกำหนดส่วนต่างๆของภาคตัดกรวยให้และเขียนกราฟของความสัมพันธ์นั้นได้

สาระสำคัญ

พาราโบลาที่แกน y เป็นแกนสมมาตร จะมีรูปสมการ 2 ลักษณะ ดังนี้

1) พาราโบลาเปิดด้านบน หรือพาราโบลาหงายมีรูปสมการ คือ

$$(x-h)^2 = 4c(y-k) \text{ เมื่อ } c > 0$$

2) พาราโบลาเปิดด้านล่าง หรือพาราโบลาคว่ำ มีรูปสมการ คือ

$$(x-h)^2 = 4c(y-k) \text{ เมื่อ } c < 0$$

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- นักเรียนสามารถหาสมการของพาราโบลาตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้
- นักเรียนสามารถหาส่วนต่างๆ ของพาราโบลาจากสมการของพาราโบลาที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ

- นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องพาราโบลาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับพาราโบลาได้
- นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

ด้านคุณลักษณะ

- นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียน

สาระการเรียนรู้

พาราโบลาจุดยอดอยู่อยู่ที่ (h,k) และพาราโบลาที่มีแกน Y เป็นแกนสมมาตร

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ชำนาญ

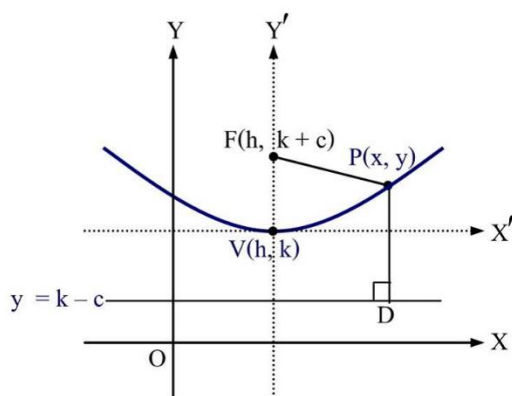
ครูทบทวน พาราโบลาที่ขนานกับแกน x ว่ามีสมการดังนี้ $(y - k)^2 = 4c(x - h)$ และส่วนประกอบต่างๆของพาราโบลา

2. ชำนาญ

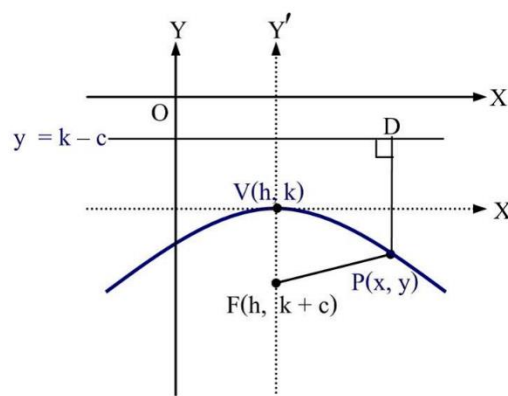
ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับสมการพาราโบลา เมื่อพาราโบลามีจุดยอดเคลื่อนออกไปจากจุดกำเนิด จะมีลักษณะเป็นอย่างไร และครูอธิบายดังนี้

เมื่อแกนของพาราโบลาขนานกับแกน Y และมีจุดยอดที่ (h, k)

สมการพาราโบลา $(x - h)^2 = 4c(y - k)$



เมื่อ $c > 0$ หายขึ้น



เมื่อ $c < 0$ ค่ำลง

จุดยอด $V(h, k)$
 โฟกัส $F(h, k + c)$
 ไตเรกทริกซ์ $y = k - c$

แกนพาราโบลาขนานกับแกน X อยู่บนเส้นตรง $x = h$

ความยาวของลาตัสเรกตัม เท่ากับ $|4c|$ หน่วย

เมื่อ $c > 0$ เป็นกราฟพาราโบลาหงายขึ้น

เมื่อ $c < 0$ เป็นกราฟพาราโบลาค่ำลง

สมการรูปทั่วไป คือ $x^2 + Dx + Ey + F = 0$

ครูยกตัวอย่างโจทย์และชี้แจงการใช้แผนผัง KWDL

ตัวอย่าง จงหาจุดยอด โฟกัส และไดเรกทริกซ์ พร้อมทั้งเขียนกราฟของ $x^2 - 6x - 8y - 7 = 0$

วิธีทำ จัดสมการใหม่ให้อยู่ในรูปมาตรฐาน

$$x^2 - 6x = 8y + 7$$

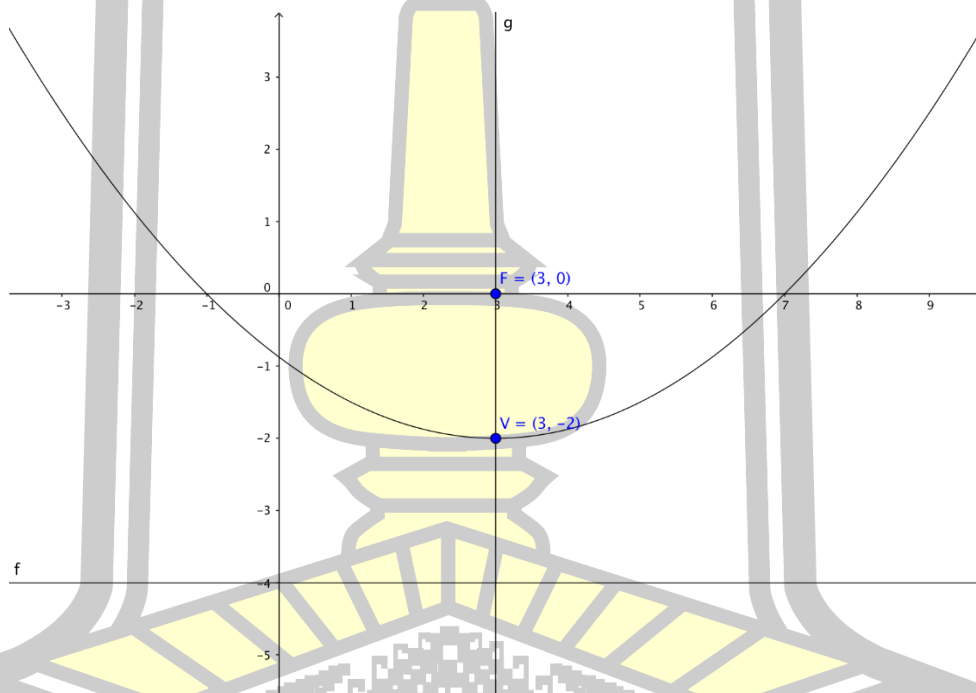
$$(x^2 - 6x + 9) = 8y + 7 + 9$$

$$(x - 3)^2 = 8y + 16$$

$$(x - 3)^2 = 8(y + 2)$$

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

จะได้ว่า พาราโบลาเป็นเส้นโค้งเปิดบนที่มีจุดยอดที่ $(3, -2)$ จุดโฟกัส $(3, 0)$ และเส้นไดเรกทริกซ์ $y = -4$ ดังรูป



3. ขั้นฝึกทักษะ

ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 7 โดยทำตามขั้นตอนของ KWDL โดยใช้ขั้น KWD

4. ขั้นสรุปและประเมินผล

ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบกิจกรรมที่ 7 พร้อมทั้งให้นักเรียนได้บันทึกแผนผัง KWDL โดยบันทึกชั้น L

สื่อการเรียนการสอน

- ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง จุดยอดของพาราโบลา อยู่ที่ (h, k) ที่มีแกน Y เป็นแกนสมมาตร
- หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- ห้องสมุดโรงเรียนสารคามพิทยาคม

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. ด้านความรู้ ตรวจใบกิจกรรมที่ 7	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	ใบกิจกรรมที่ 7
2. ด้านทักษะ/กระบวนการ ตรวจแบบวัดทักษะ/กระบวนการ	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	ใบกิจกรรมที่ 7
3. ด้านคุณลักษณะ สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	คะแนนรวมร้อยละ 75 ขึ้นไป	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม การเรียน

บันทึกข้อเสนอแนะครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางยุพิน พลเรือง)

ครูพี่เลี้ยงวิชาเฉพาะ

วันที่ เดือน พ.ศ.

พูน ปณ ทิโต ชีเว

บันทึกข้อเสนอแนะหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสวัสดิ์ จันทร์มนตรี)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วันที่ เดือน พ.ศ.

บันทึกข้อเสนอแนะฝ่ายบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายธนะศักดิ์ ตริสุทธิ์วงษา)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่ เดือน พ.ศ.

บันทึกข้อเสนอแนะผู้บริหารสถานศึกษา

.....

.....

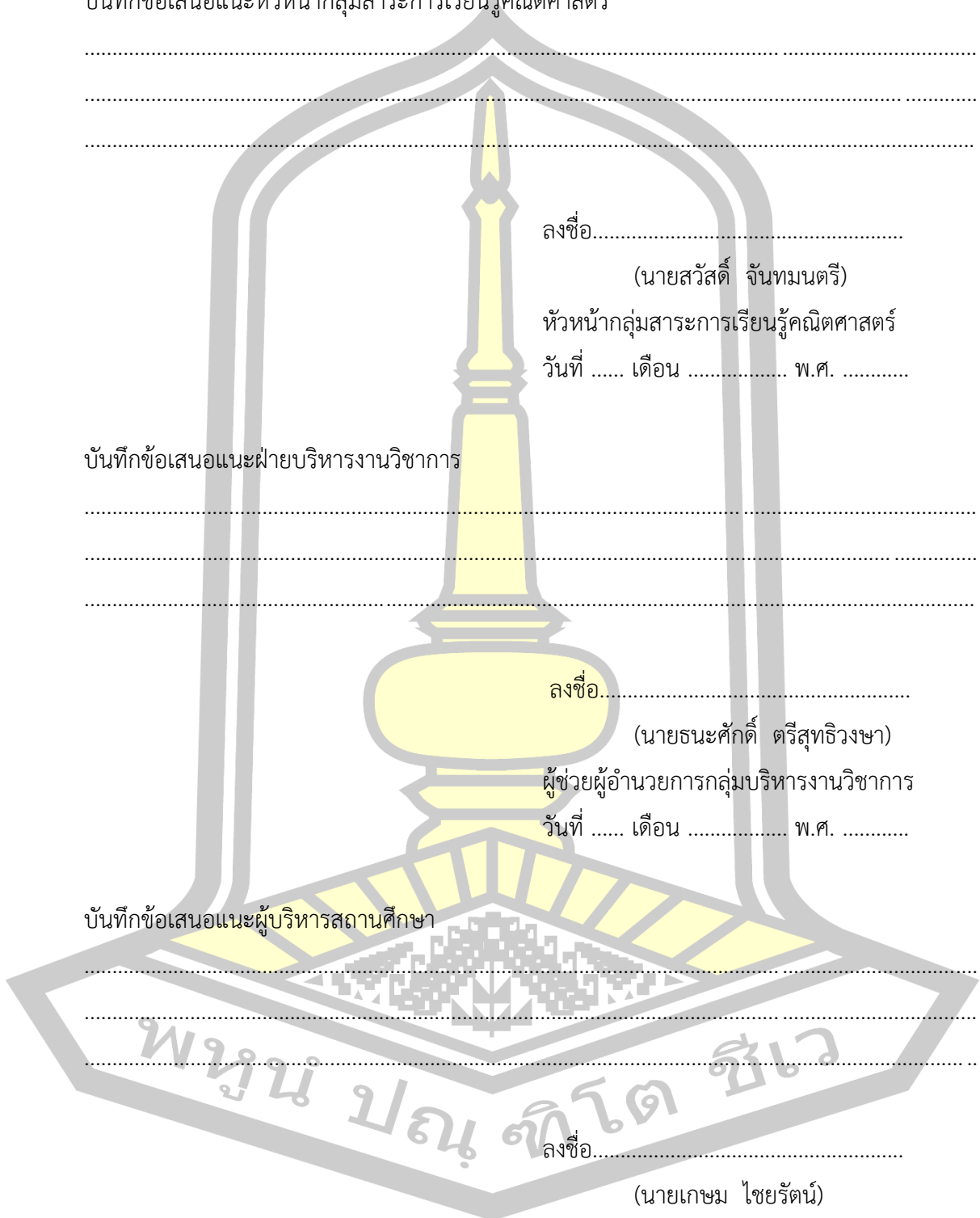
.....

ลงชื่อ.....

(นายเกษม ไชยรัตน์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม

วันที่ เดือน พ.ศ.



บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1) ผลการสอน

ผลการตรวจใบกิจกรรม

.....

.....

.....

ผลการตรวจแบบวัดทักษะ/กระบวนการ.....

.....

.....

.....

การสังเกตพฤติกรรมในการเรียน.....

.....

.....

.....

2) ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3) ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

พญนุ ปณุก์ พิโต ชิวะ

(ลงชื่อ)..... ผู้สอน

(นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง จุดยอดของพาราโบลา อยู่ที่ (h, k) ที่มีแกน Y เป็นแกนสมมาตร

1. จงหาจุดยอด โฟกัส และไตเรกตริกซ์ พร้อมทั้ง

เขียนกราฟของ $x^2 - 6x - 12y - 51 = 0$

ชั้นที่ 1 K (What we know)

เรารู้อะไร หรือโจทย์บอกอะไรเราบ้าง

.....
.....

ชั้นที่ 2 W (What we want to know)

เราต้องการรู้ต้องการทราบอะไร หรือโจทย์บอก
อะไรบ้าง

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

ชั้นที่ 3 D (What we did)

เรามีวิธีการหาคำตอบอย่างไร

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

ชั้นที่ 4 L (What we learned)

เราเรียนรู้อะไร

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

2. จงหาจุดยอด โฟกัส และไตเรกตริกซ์ พร้อมทั้ง

เขียนกราฟของ $x^2 + 4x + 16y + 4 = 0$

ชั้นที่ 1 K (What we know)

เรารู้อะไร หรือโจทย์บอกอะไรเราบ้าง

.....
.....

ชั้นที่ 2 W (What we want to know)

เราต้องการรู้ต้องการทราบอะไร หรือโจทย์บอก
อะไรบ้าง

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

ชั้นที่ 3 D (What we did)

เรามีวิธีการหาคำตอบอย่างไร

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

ชั้นที่ 4 L (What we learned)

เราเรียนรู้อะไร

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

การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการ

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค31202

วันที่.....เดือน.....ปี..... เรื่อง พาราโบลา

คำชี้แจง ครูผู้สอนเขียนคะแนน 0, 1, 2, 3 ถ้านักเรียนมีลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนด

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	การ	การให้	รวม	สรุป	
		แก้ปัญหา	เหตุผล		ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3	3	6		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมไม่ต่ำกว่า 3 คะแนน

บันทึกเพิ่มเติม

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการ

ความสามารถในการแก้ปัญหา

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหา
3	ใช้ยุทธวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาเหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาคำตอบที่ถูกต้องสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ
2	ใช้ยุทธวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องสำเร็จ แต่มีการเข้าใจบางส่วนของกระบวนการแก้ปัญหาผิดไป หรือหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่มีวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาผิดไป
1	แสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกความเข้าใจปัญหาแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง หรือไม่สามารถดำเนินการหาคำตอบได้
0	ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหาวิธีในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3	เมื่อนำการให้เหตุผลมาช่วยในการหาข้อสรุป และทำให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องและชัดเจน มีการอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาประกอบด้วยเหตุผลได้ชัดเจนมากกว่า ร้อยละ 80
2	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้มากกว่า ร้อยละ 50 ของทั้งหมด หรือสามารถอธิบายเหตุผลได้แต่ไม่ชัดเจน
1	ตอบได้ถูกต้อง โดยอธิบายเหตุผลได้น้อยกว่าร้อยละ 50 แต่มีความพยายามในการเสนอแนวคิดประกอบการแก้ปัญหา
0	คำตอบไม่ถูกต้องและไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
การร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ...4...

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค31202

วันที่.....เดือน.....ปี..... เรื่อง พาราโบลา

คำชี้แจง ครูผู้สอนเขียนคะแนน 0, 1, 2, 3 ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามเกณฑ์การสังเกต

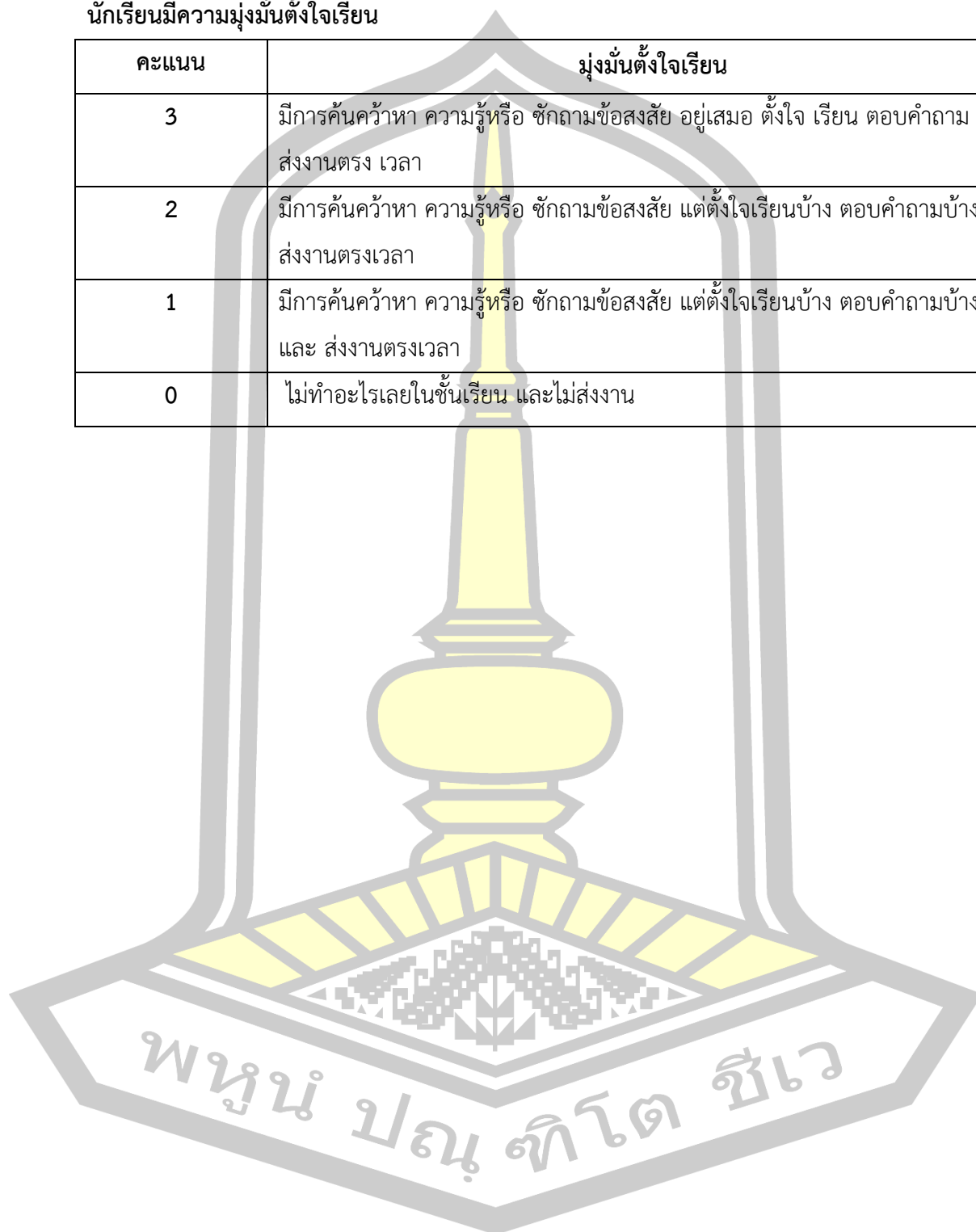
เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ความ	สรุป	
		รอบคอบ	ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียน

คะแนน	มุ่งมั่นตั้งใจเรียน
3	มีการค้นคว้าหา ความรู้หรือ ซักถามข้อสงสัย อยู่เสมอ ตั้งใจ เรียน ตอบคำถาม และ ส่งงานตรง เวลา
2	มีการค้นคว้าหา ความรู้หรือ ซักถามข้อสงสัย แต่ตั้งใจเรียนบ้าง ตอบคำถามบ้างและ ส่งงานตรงเวลา
1	มีการค้นคว้าหา ความรู้หรือ ซักถามข้อสงสัย แต่ตั้งใจเรียนบ้าง ตอบคำถามบ้าง และ ส่งงานตรงเวลา
0	ไม่ทำอะไรเลยในชั้นเรียน และไม่ส่งงาน



ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงเมตาคognition

หน่วยการเรียนรู้ ภาคตัดกรวย

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เรื่อง วงรี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 1 คาบ 55 นาที

ภาคเรียนที่ 2/2560

สอนวันที่.....

ผลการเรียนรู้

เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นภาคตัดกรวยเมื่อกำหนดส่วนต่างๆของภาคตัดกรวยให้และเขียนกราฟของความสัมพันธ์นั้นได้

สาระสำคัญ

สมการรูปแบบมาตรฐาน $\frac{(x-h)^2}{a^2} + \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1, a > b > 0$

จุดยอด $(h-a, k), (h+a, k)$

แกนเอก อยู่ในแนวนอน ยาว $2a$ หน่วย

แกนโท อยู่ในแนวตั้ง ยาว $2b$ หน่วย

โฟกัส $(h-c, k), (h+c, k); c^2 = a^2 - b^2$

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

- นักเรียนสามารถสร้างสมการของวงรีตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้
- นักเรียนสามารถหาส่วนต่างๆ ของวงรีจากสมการของวงรีที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ

- นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องวงรีเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวงรีได้
- นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้

ด้านคุณลักษณะ

- นักเรียนทำงานอย่างมีระเบียบวินัย
- นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียน

สาระการเรียนรู้

วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) แกนเอกขนานกับแกน X

กิจกรรมการเรียนรู้

7. ขั้นนำ

ครุทบทวนสมการวงรีที่มีแกนเอกอยู่บนแกน x และจุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(0,0)$ มีสมการดังนี้

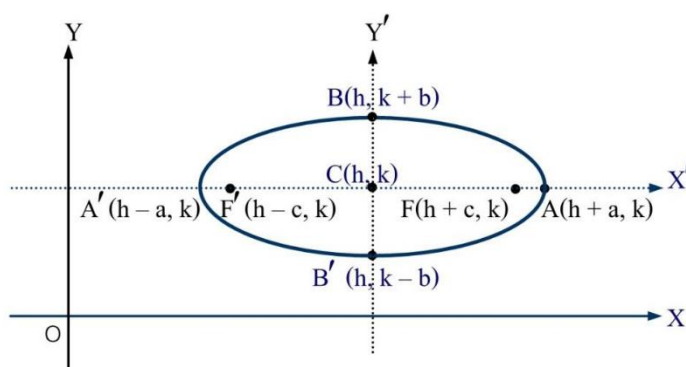
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (\text{แกนเอกอยู่บนแกน } X)$$

วงรีที่มีแกนเอกอยู่บนแกน Y และจุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(0,0)$ มีสมการการเป็น

$$\frac{y^2}{a^2} + \frac{x^2}{b^2} = 1 \quad (\text{แกนเอกอยู่บนแกน } Y)$$

โดยที่ $c = \sqrt{a^2 - b^2}$

ครูอธิบายสมการวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่ (h, k) พร้อมทั้งวาดภาพประกอบดังนี้
สมการวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่ (h, k) แกนเอกขนานกับแกน X



กำหนด สมการวงรีมีจุดศูนย์กลางที่ (h, k) แกนเอกขนานกับแกน X โดยเลื่อนแกนทาง
ขนานไปอยู่จุด (h, k) ดังนั้น สมการวงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่ (h, k) เมื่อเทียบพิกัดเดิมคือ

$$\frac{(x-h)^2}{a^2} + \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1 \quad \text{โดยที่ } a > b > 0 \text{ และ } b^2 = a^2 - c^2$$

- แกนเอกขนานกับแกน X อยู่บนเส้นตรง $y = k$
- จุดศูนย์กลางที่ (h, k)
- จุดโฟกัส $(h + c, k)$ และ $(h - c, k)$
- จุดยอด $(h + a, k)$ และ $(h - a, k)$
- แกนเอกยาว $2a$ หน่วย
- แกนโทยาว $2c$ หน่วย

สมการรูปทั่วไปของวงรี คือ $Ax^2 + By^2 + Dx + Ey + F = 0$

2. ชั้นสอน

1. ครูแจกแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่ 3 เพื่อให้นักเรียนได้บันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการกำกับทางปัญญาของตนเอง จากนั้นครูยกตัวอย่าง ข้อที่ 1 ในแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่ 3 บนกระดาน

ขั้นที่ 1 ชั้นเผชิญหน้ากับปัญหา (Engagement)

การทำความเข้าใจปัญหา

2. ครูให้นักเรียนอ่านโจทย์ เพื่อทำความเข้าใจปัญหา จากนั้นให้นักเรียนฝึกการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้ ซึ่งครูและนักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยครูจะใช้คำถามดังนี้

- โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง
- โจทย์ต้องการหาอะไร
- ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง

การวิเคราะห์เทียบกับปัญหาที่คุ้นเคย

3. ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าตนเองเคยแก้ปัญหาที่มีความคล้ายคลึงกับปัญหานี้หรือไม่ (เคย/ไม่เคย) และนักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรว่าโจทย์นี้ควรจัดระดับความยาก-ง่ายอยู่ในระดับใด (ง่าย/ปานกลาง/ยาก)

ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดกระบวนการ (Transformation - Formulation)

การวางแผนแก้ปัญหา

4. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดและแผนที่จะใช้ในการแก้ปัญหาโดยระบุลงในแบบบันทึกว่าต้องทำอะไรก่อนเพื่อที่จะให้ง่ายต่อการแก้ปัญหานี้โดยครูเป็นผู้คอยกระตุ้นผู้เรียนเพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน

การตรวจสอบการดำเนินการตามแผน

5. ครูให้นักเรียนอ่านแผนที่ใช้ในการแก้ปัญหาอีกครั้ง จากนั้นให้นักเรียนพิจารณาว่าแผนมีความสอดคล้องกับข้อมูลต่างๆที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่ (สอดคล้อง/ไม่สอดคล้อง ในกรณีที่ไม่สอดคล้องให้นักเรียนแก้ไขแผนในการแก้ปัญหาอีกครั้ง) และให้นักเรียนคาดเดาว่าแผนที่ใช้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่ (สำเร็จ/ไม่สำเร็จ/ไม่แน่ใจ)

ขั้นที่ 3 ชั้นลงมือปฏิบัติ (Implementation)

การดำเนินการแก้ปัญหา

6. ครูถามนักเรียนว่าโจทย์ข้อนี้ต้องการทราบอะไร เพื่อให้นักเรียนกำกับเป้าหมายในการแก้ปัญหาของตนเอง

7. ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาจนกระทั่งได้คำตอบ โดยครูอาจจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำกับนักเรียนจนกระทั่งนักเรียนสามารถหาคำตอบที่ตนเองต้องการสำเร็จ เพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินการได้ตามแผนที่วางไว้ ถ้าไม่สามารถหาคำตอบให้นักเรียนปรับแก้แผนที่ใช้หรือเปลี่ยนแผนใหม่ได้ถ้าจำเป็น

การตรวจสอบการดำเนินการตามแผน

8. ครูให้นักเรียนตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นของตนเองอีกครั้งว่าเป็นไปตามแผนหรือไม่ (เป็นไปตามแผน/ไม่เป็นไปตามแผนในขั้นที่... ในกรณีนี้จะให้นักเรียนย้อนกลับไปดำเนินการแก้ปัญหาใหม่)

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล (Evaluation)

การพิจารณาผลของการดำเนินการตามแผน

9. ครูให้นักเรียนได้พิจารณาว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ (ตรง/ไม่ตรง) พร้อมทั้งตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและความสมเหตุสมผลของ คำตอบ

การสรุปคำตอบ

10. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปคำตอบที่ได้

ขั้นที่ 5 ขั้นซึมซับทางความคิด (Internalisation)

การพิจารณาไตร่ตรอง

11. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมดดังนี้
- หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาแล้วนักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน (เช่น โจทย์ค่อนข้างง่าย ยังไม่ซับซ้อนมาก เป็นต้น)
 - จุดเด่นและ/หรือจุดด้อยของกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน (จุดเด่น: แผนที่ใช้เป็นแผนที่กะทัดรัด เข้าใจง่าย, จุดด้อย : -)
 - หลังจากแก้ปัญหาแล้วนักเรียนคิดว่าโจทย์นี้มีระดับความยาก-ง่ายอยู่ในระดับใด (ง่าย/ปานกลาง/ยาก)

การเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

12. ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนพิจารณาว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ อย่างไร จากนั้นให้นักเรียนประเมินความพึงพอใจใน การแก้ปัญหา (น้อย/ปานกลาง/มาก) และประเมินระดับความมั่นใจในการแก้ปัญหาถ้าเจอปัญหาที่ คล้ายคลึงกัน (น้อย/ปานกลาง/มาก)

13. ครูยกตัวอย่างข้อที่ 2 ในแบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่ 3 โดยทำตามขั้นตอนข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 12 อีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนได้บันทึกและเข้าใจขั้นตอนในการแก้ปัญหามากขึ้น

14. ครูแจกแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด $(0, 0)$ แกนเอกอยู่ขนานกับแกน X และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหา และทำความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น

3. ชั้นสรุป

15. ถ้าเวลาเหลือครูจะเฉลยแบบฝึกหัดให้นักเรียนและแลกเปลี่ยนกันตรวจคำตอบ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน เนื้อหาทั้งหมดที่ได้เรียนรู้จากครั้งนี้

สื่อการเรียนการสอน

- แบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่ 3 เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) แกนเอกอยู่ขนานกับแกน X
- แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) แกนเอกอยู่ขนานกับแกน X
- หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- ห้องสมุดโรงเรียนสารคามพิทยาคม

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. ด้านความรู้ - ตรวจสอบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา - ตรวจสอบแบบฝึกหัด	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	- แบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา - แบบฝึกหัดที่ 3
2. ด้านทักษะ/กระบวนการ ตรวจสอบแบบวัดทักษะ/กระบวนการ	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป	- แบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา - แบบฝึกหัดที่ 3
3. ด้านคุณลักษณะ สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้	คะแนนรวมร้อยละ 75 ขึ้นไป	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียน

บันทึกข้อเสนอแนะครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางยุพิน พลเรือง)

ครูพี่เลี้ยงวิชาเฉพาะ

วันที่ เดือน พ.ศ.

บันทึกข้อเสนอแนะหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสวัสดิ์ จันทร์มนตรี)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วันที่ เดือน พ.ศ.

บันทึกข้อเสนอแนะฝ่ายบริหารงานวิชาการ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายธนะศักดิ์ ตรีสุทธีวงษา)

ผู้ช่วยผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่ เดือน พ.ศ.

พญาน ปณ กิจโต ชิว

บันทึกข้อเสนอแนะผู้บริหารสถานศึกษา

ลงชื่อ.....

(นายเกษม ไชยรัตน์)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม

วันที่ เดือน พ.ศ.

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1) ผลการสอน

ผลการตรวจใบกิจกรรม

ผลการตรวจแบบวัดทักษะ/กระบวนการ.....

การสังเกตพฤติกรรมในการเรียน.....

พญนุ ปณ กิโต ชิว

2) ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3) ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

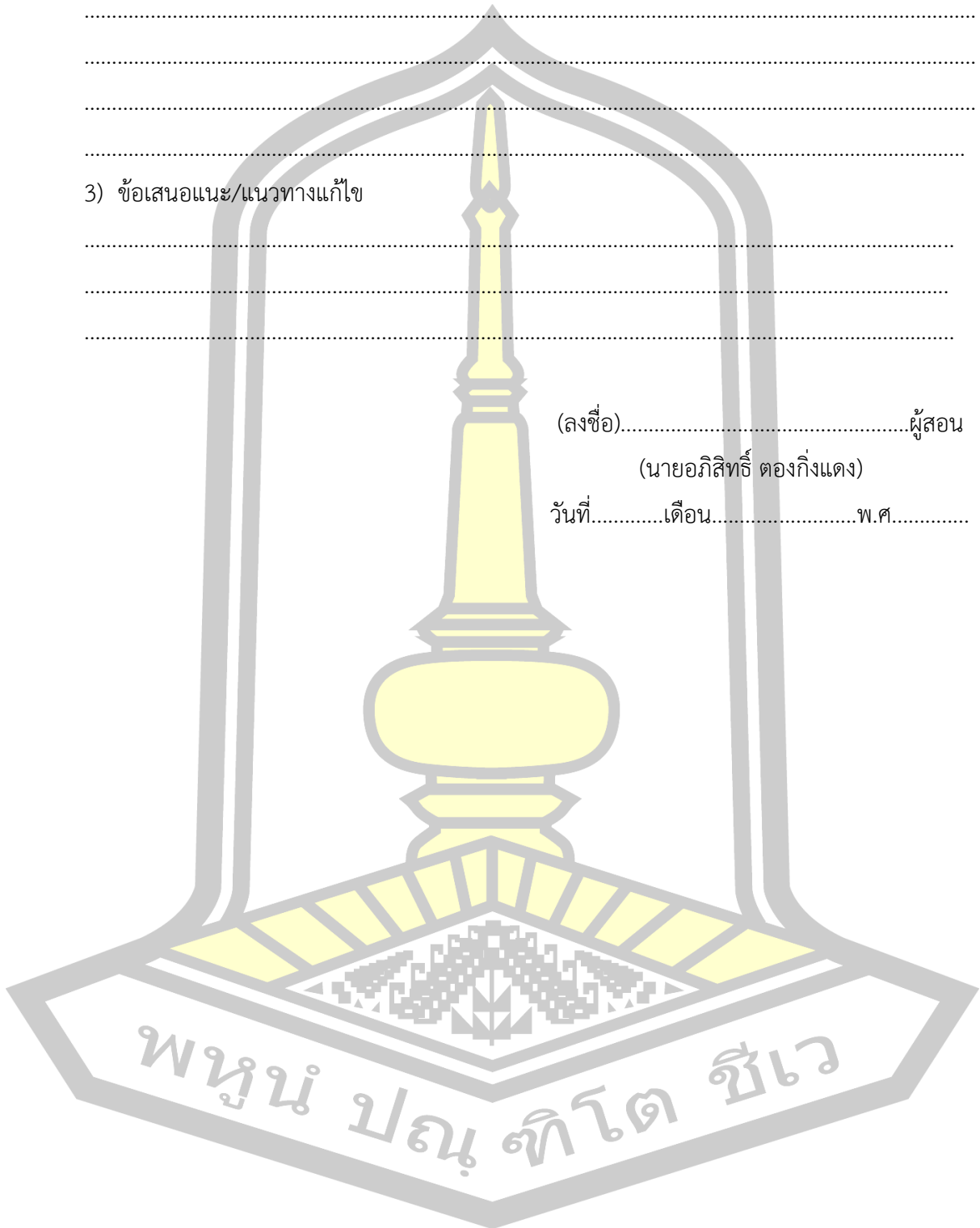
.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้สอน

(นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



แบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่ 3

เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) แกนเอกอยู่ขนานกับแกน X

1. วงรีรูปหนึ่งมีสมการเป็น $16x^2 + 25y^2 + 160x + 200y + 400 = 0$ จงหาจุดศูนย์กลาง โฟกัส จุดยอด ความยาวของแกนเอก และแกนโท พร้อมเขียนกราฟของวงรี

1. ชั้นเผชิญหน้ากับปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....
.....

1.2 สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา คือ

.....
.....

1.3 นักเรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหา

.....

1.4 นักเรียนเคยแก้ปัญหาในลักษณะนี้หรือไม่ เคย ไม่เคย

1.5 นักเรียนคิดว่าโจทย์นี้มีระดับความยาก - ง่าย อยู่ในระดับใด ง่าย ปานกลาง ยาก

2. ชั้นกำหนดกระบวนการ

2.1 นักเรียนวางแผนในการแก้ปัญหานี้อย่างไร (ระบุเป็นข้อ)

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

2.2 นักเรียนอ่านบททบทวนแผนอีกครั้งและพิจารณาว่าแผนมีความสอดคล้องกับข้อมูลต่าง ๆ ที่ โจทย์กำหนดให้หรือไม่ สอดคล้อง ไม่สอดคล้อง (ถ้าไม่สอดคล้อง ให้นักเรียนแก้ไขแผนในการแก้ปัญหาค้าง)

2.3 นักเรียนคิดว่า การวางแผนครั้งนี้สามารถใช้แก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องได้สำเร็จหรือไม่

สำเร็จ ไม่สำเร็จ ไม่แน่ใจ

3. ชั้นลงมือปฏิบัติ

3.1 นักเรียนทบทวนอีกครั้งว่าโจทย์ถามอะไร

3.2 นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้

3.3 นักเรียนตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นอีกครั้งว่าเป็นไปตามแผนที่ได้กำหนดไว้ หรือไม่

เป็นไปตามแผน ไม่เป็นไปตามแผน ในขั้นที่

(หากไม่เป็นไปตามแผนให้นักเรียนย้อนกลับไปดำเนินการแก้ปัญหาใหม่)

4. ชั้นประเมินผล

4.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ตรง ไม่ตรง

4.2 ให้นักเรียนตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

4.3 ให้นักเรียนสรุปคำตอบ

5. ชั้นซึมซับทางความคิด

5.1 หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน

.....

5.2 นักเรียนคิดว่ากระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนมีจุดเด่นและ/หรือจุดด้อยอะไรบ้าง

จุดเด่น

.....

จุดด้อย

.....

5.3 หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนคิดว่าโจทย์นี้มีระดับความยาก - ง่าย อยู่ในระดับใด

ง่าย ปานกลาง ยาก

5.4 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ อย่างไร

.....

5.5 นักเรียนมีความพึงพอใจในการแก้ปัญหาค้างนี้ในระดับใด น้อย ปานกลาง มาก

5.6 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาดังกล่าวมากน้อยเพียงใด น้อย ปานกลาง มาก

2. จงหาสมการวงรี เมื่อกำหนดจุดยอดจุดหนึ่งที่ (6,3) โฟกัสที่ (-4,3) และ (4,3) พร้อมเขียนกราฟ

1. ชั้นเผชิญหน้ากับปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

1.2 สิ่ง โจทย์ต้องการให้หา คือ

.....

1.3 นักเรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหานี้

.....

1.4 นักเรียนเคยแก้ปัญหาในลักษณะนี้หรือไม่ เคย ไม่เคย

1.5 นักเรียนคิดว่าโจทย์นี้มีระดับความยาก – ง่าย อยู่ในระดับใด ง่าย ปานกลาง ยาก

2. ขั้นตอนกำหนดกระบวนการ

2.1 นักเรียนวางแผนในการแก้ปัญหาได้อย่างไร (ระบุเป็นข้อ)

.....

.....

.....

2.2 นักเรียนอ่านบททบทวนแผนอีกครั้งและพิจารณาว่าแผนมีความสอดคล้องกับข้อมูลต่าง ๆ ที่ โจทย์กำหนดให้หรือไม่ สอดคล้อง ไม่สอดคล้อง (ถ้าไม่สอดคล้อง ให้นักเรียนแก้ไขแผนในการแก้ปัญหาอีกครั้ง)

2.3 นักเรียนคิดว่าการวางแผนครั้งนี้สามารถใช้แก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องได้สำเร็จหรือไม่

สำเร็จ ไม่สำเร็จ ไม่แน่ใจ

3. ขั้นลงมือปฏิบัติ

3.1 นักเรียนทบทวนอีกครั้งว่าโจทย์ถามอะไร

.....

3.2 นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วางไว้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

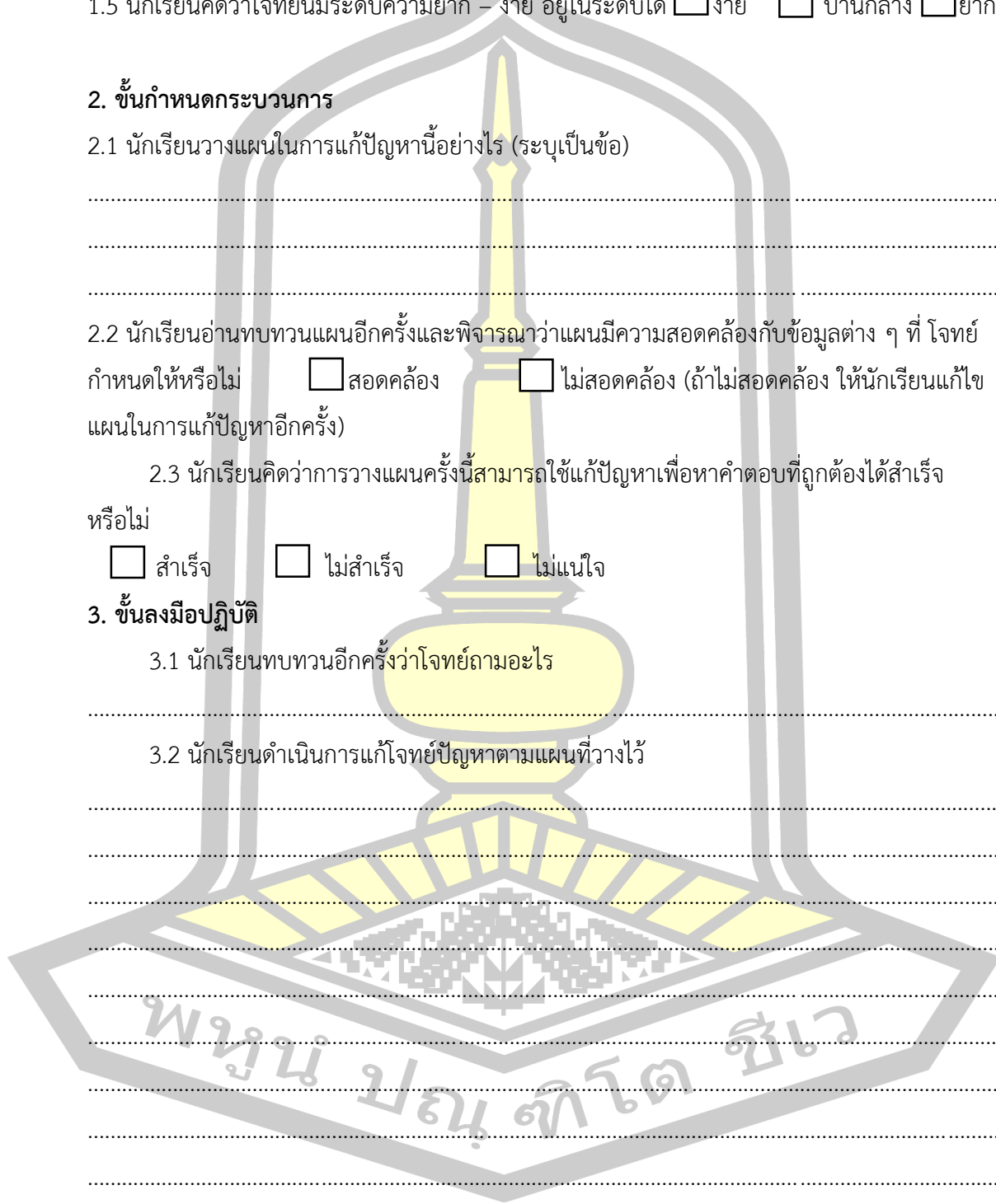
.....

.....

.....

.....

.....



3.3 นักเรียนตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นอีกครั้งว่าเป็นไปตามแผนที่ได้กำหนดไว้ หรือไม่

เป็นไปตามแผน ไม่เป็นไปตามแผน ในขั้นที่.....

(หากไม่เป็นไปตามแผนให้นักเรียนย้อนกลับไปดำเนินการแก้ปัญหาใหม่)

4. ชั้นประเมินผล

4.1 นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ได้ตรงกับสิ่งที่โจทย์ถามหรือไม่ ตรง ไม่ตรง

4.2 ให้นักเรียนตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

.....

.....

.....

4.3 ให้นักเรียนสรุปคำตอบ

.....

5. ชั้นซึมซับทางความคิด

5.1 หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน

.....

5.2 นักเรียนคิดว่ากระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนมีจุดเด่นและ/หรือจุดด้อยอะไรบ้าง

จุดเด่น

.....

จุดด้อย

.....

5.3 หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนคิดว่าโจทย์นี้มีระดับความยาก – ง่าย อยู่ในระดับใด

ง่าย ปานกลาง ยาก

5.4 นักเรียนคิดว่ามีวิธีการอื่นที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ อย่างไร.....

5.5 นักเรียนมีความพึงพอใจในการแก้ปัญหานี้ในระดับใด น้อย ปานกลาง มาก

5.6 ถ้านักเรียนพบโจทย์ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกับปัญหานี้ นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาดังกล่าวมากน้อยเพียงใด น้อย ปานกลาง มาก

แบบฝึกหัดที่ 3

เรื่อง วงรีที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) แกนเอกขนานกับแกน X

1. วงรีรูปหนึ่งมีสมการเป็น $9x^2 + 13y^2 + 18x + 26y - 95 = 0$ จงหาจุดศูนย์กลาง โฟกัส จุดยอด ความยาวของแกนเอก และแกนโท พร้อมเขียนกราฟของวงรี

2. จงสร้างสมการวงรีเมื่อกำหนดจุดยอดที่ $(-1,3)$ และ $(5,3)$ แกนโทยาว 4 หน่วย พร้อมทั้งเขียนกราฟ



การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการ

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค31202

วันที่.....เดือน.....ปี..... เรื่อง วงรี

คำชี้แจง ครูผู้สอนเขียนคะแนน 0, 1, 2, 3 ถ้านักเรียนมีลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนด

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	การแก้ปัญหา	การสื่อสาร	รวม	สรุป	
		3	3	6	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมไม่ต่ำกว่า 3 คะแนน

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

**เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการ
ความสามารถในการแก้ปัญหา**

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหา
3	ใช้ยุทธวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาเหมาะสม แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ได้คำตอบที่ถูกต้องสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ
2	ใช้ยุทธวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องสำเร็จ แต่มีการเข้าใจบางส่วนของ การแก้ปัญหาผิดไป หรือหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่มีวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาผิดไป
1	แสดงวิธีหาคำตอบ และมีสิ่งบ่งบอกความเข้าใจปัญหาแต่ไม่สามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง หรือไม่สามารดำเนินการหาคำตอบได้
0	ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ และไม่คิดหาวิธีในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
3	ใช้คำหรือข้อความทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายอย่างถูกต้อง เหมาะสม ชัดเจน แสดงให้เห็นอย่างถึงความเข้าใจอย่างชัดแจ้งถึงเหตุผลโดยตอบทุกขั้นตอน
2	ใช้ข้อความทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้อง แต่ไม่ย่อ สื่อสารได้ชัดเจนเฉพาะบางส่วนเท่านั้น
1	ใช้คำทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายผิดเป็นส่วนใหญ่ เหตุผลไม่สมบูรณ์ สื่อความหมายได้เฉพาะตนเองเท่านั้นที่เข้าใจ
0	ไม่แสดงพฤติกรรม

แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
การร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ...4...

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค31202

วันที่.....เดือน.....ปี..... เรื่อง วงรี

คำชี้แจง ครูผู้สอนเขียนคะแนน 0, 1, 2, 3 ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามเกณฑ์การสังเกต

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ความ	มุ่งมั่นตั้งใจ	คะแนน	สรุป	
		รอบคอบ	เรียน	รวม	ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3	3	6		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวม 3 คะแนนขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียน

นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจเรียน

คะแนน	มุ่งมั่นตั้งใจเรียน
3	มีการค้นคว้าหา ความรู้หรือ ชักถามข้อสงสัย อยู่เสมอ ตั้งใจ เรียน ตอบคำถาม และ ส่งงานตรง เวลา
2	มีการค้นคว้าหา ความรู้หรือ ชักถามข้อสงสัย แต่ตั้งใจเรียนบ้าง ตอบคำถามบ้างและ ส่งงานตรงเวลา
1	มีการค้นคว้าหา ความรู้หรือ ชักถามข้อสงสัย แต่ตั้งใจเรียนบ้าง ตอบคำถามบ้าง และ ส่งงานตรงเวลา
0	ไม่ทำอะไรเลยในชั้นเรียน และไม่ส่งงาน

ทำงานเป็นระบบรอบคอบ

คะแนน	ทำงานเป็นระบบรอบคอบ
3	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ - การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ดัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ถูกต้องครบถ้วน
2	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่
1	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่
0	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีการวางแผนการทำงาน - ทำงานผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 80

ตัวอย่างแบบวัดความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ข้อที่	รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1	สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด					
	1.1 แสดงถึงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเรื่อง					
	1.2 สัมพันธ์กับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา					
2	ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้					
	2.1 ถูกต้องตามหลักการเขียน					
	2.2 เข้าใจง่ายและชัดเจน					
	2.3 ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้					
3	เนื้อหา/สาระการเรียนรู้					
	3.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ					
	3.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้					
	3.3 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ					
	3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้					
4	การจัดกระบวนการเรียนรู้					
	4.1 เรียงลำดับขั้นตอนได้เหมาะสม					
	4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้					
	4.3 กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ					
	4.4 ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
5	สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้					
	5.1 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
	5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้					
	5.3 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา สาระการเรียนรู้ได้					

ข้อที่	รายการประเมิน	ความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
6	การวัดและประเมินผล					
	6.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้					
	6.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและธรรมชาติของวิชา					
	6.3 สอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการ					
	6.4 ใช้เครื่องมือวัดผลและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

พูน ปณ ทิโต ชเว

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

เรื่อง ภาคตัดกรวย ชุดที่ 3

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นชนิดอัตนัย
จำนวน 3 ข้อ
2. แบบวัดฉบับนี้ใช้เวลาในการทำ 55 นาที
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - สกุล เลขที่ และชั้นในแบบวัดฉบับนี้ให้ชัดเจน
4. แบบวัดฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องในการแก้
โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งให้คะแนนแต่ละข้อเป็นอิสระต่อกัน
5. หากนักเรียนมีข้อสงสัยใดๆ ให้ถามครูผู้คุมสอบเท่านั้น
6. ไม่อนุญาตให้นักเรียนใช้เครื่องคิดเลขหรือเครื่องคำนวณใดๆ ในการทำแบบวัดฉบับนี้
7. เมื่อหมดเวลาสอบ ให้ส่งแบบวัดฉบับนี้กับครูผู้คุมสอบ

พูน ปรุ ทิโต ชีเว

1. จงหาสมการรูปทั่วไปของวงรี เมื่อจุดยอดอยู่ที่ $(4, -2)$ และ $(-2, -2)$ โดยแกนโทยาว 4 หน่วย

วิธีทำ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

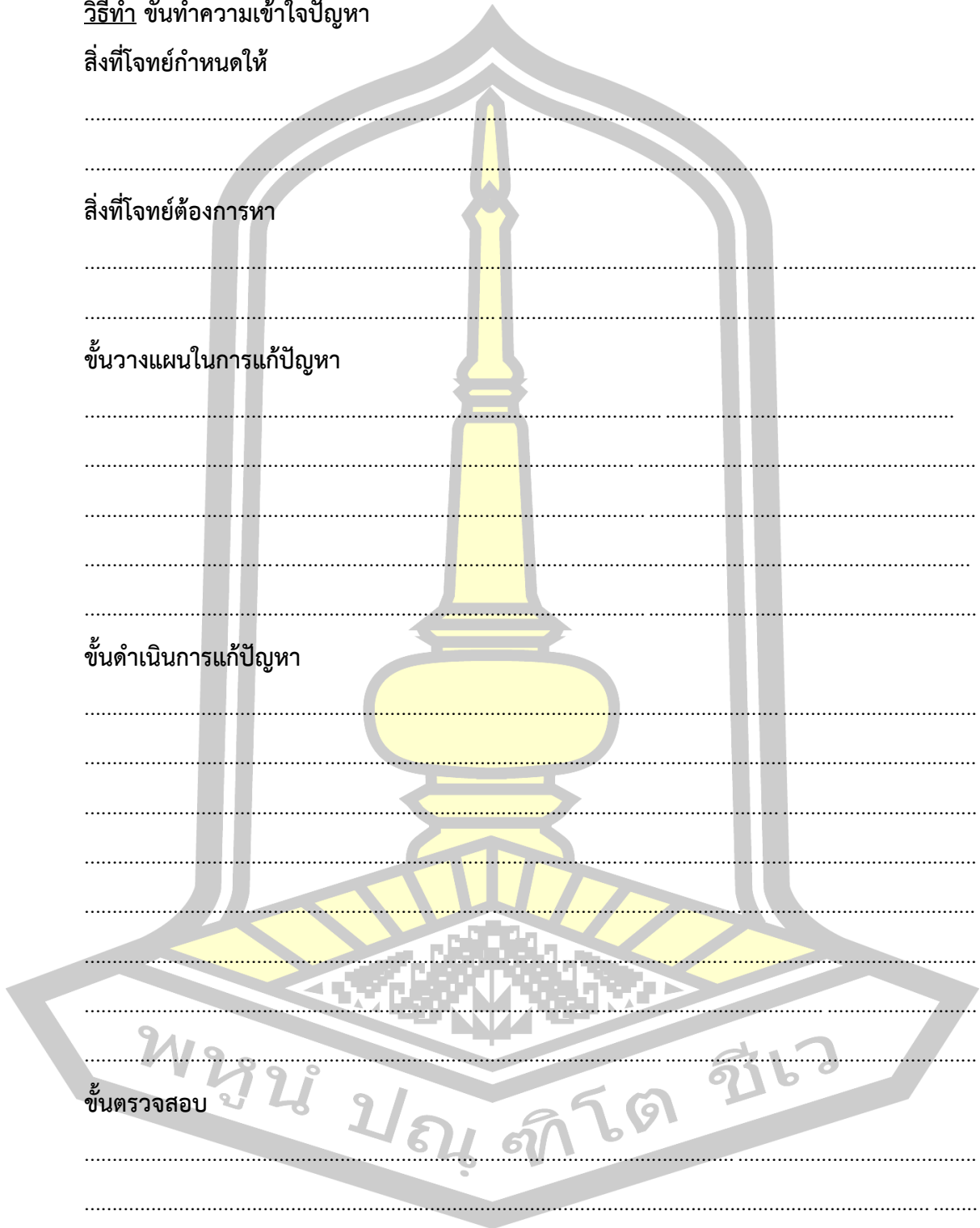
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นตรวจสอบ



2. จงหาจุดศูนย์กลาง จุดโฟกัสและจุดยอดของวงรี $9x^2 + 5y^2 - 54x - 50y + 26 = 0$ พร้อมทั้งวาดกราฟ

วิธีทำ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นตอนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

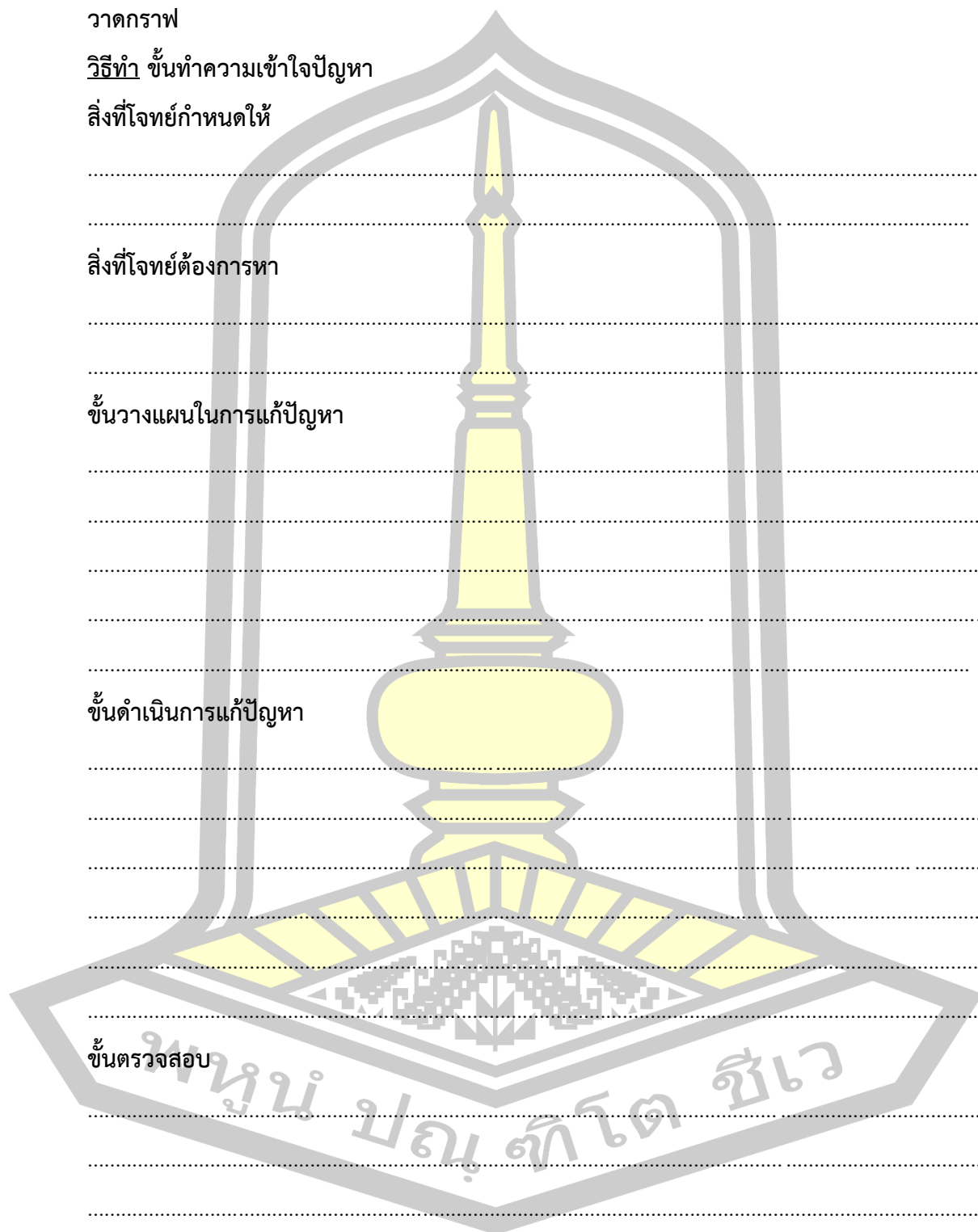
.....

.....

.....

.....

.....



3. จงหาสมการเส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์กลางของวงรี $4x^2 + 9y^2 - 48x + 72y + 144 = 0$ และตั้งฉากกับเส้นตรง $3x + 4y - 5 = 0$

วิธีทำ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการหา

.....

.....

ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นตอนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

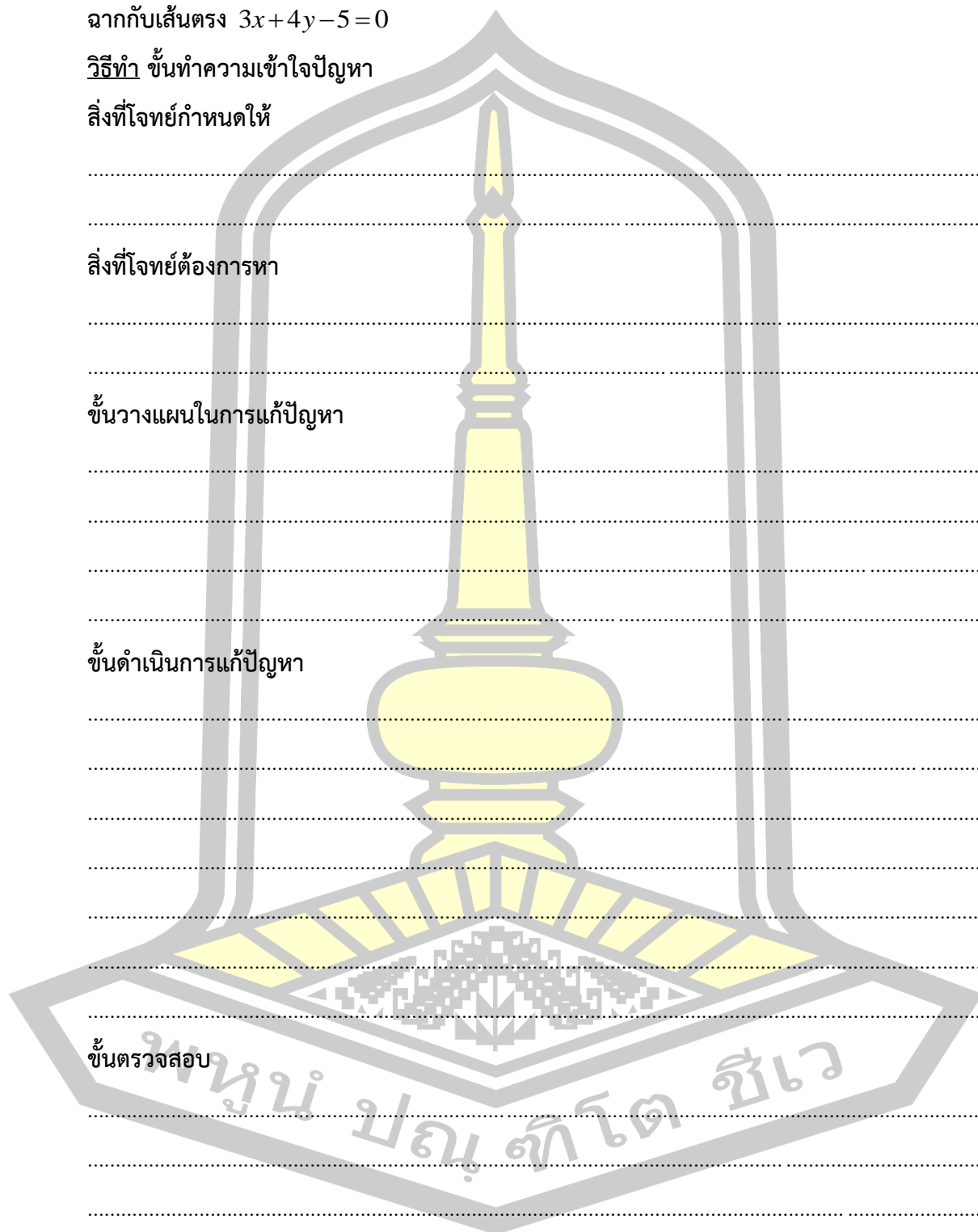
.....

.....

.....

.....

.....



โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดังนี้

ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (2 คะแนน)

ระดับ คะแนน	พฤติกรรมที่แสดงความสามารถในขั้นทำความเข้าใจปัญหา
2	นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ สิ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหา และสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการได้ถูกต้องและครบถ้วน
1	นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ถูกต้อง และ/หรือสิ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหาไม่ครบ และ/หรือระบุสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการไม่ถูกต้อง
0	นักเรียนมีร่องรอยการระบุสิ่งที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ สิ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ปัญหาต้องการได้บ้างเล็กน้อย หรือไม่มีร่องรอยใดใด

ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (3 คะแนน)

ระดับ คะแนน	พฤติกรรมที่แสดงความสามารถในขั้นวางแผนแก้ปัญหา
3	วางแผนได้ครบถ้วน ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนด หรือสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้
2	การวางแผนมีความผิดพลาด บกพร่องเพียงเล็กน้อย ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้
1	มีร่องรอยการวางแผน ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้บ้าง
0	ไม่มีร่องรอยการวางแผนที่ครบถ้วน ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่มีการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้

ขั้นตอนดำเนินการตามแผน (3 คะแนน)

ระดับ คะแนน	พฤติกรรมที่แสดงความสามารถในขั้นตอนการตามแผน
3	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และตอบปัญหาได้ตรงประเด็น
2	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ผิดพลาดเล็กน้อย และตอบปัญหาได้ตรงประเด็น
1	นักเรียนสามารถแสดงวิธีการในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วนมีความผิดพลาดหรือตอบปัญหาไม่ตรงประเด็น
0	นักเรียนไม่แสดงวิธีการในการแก้ปัญหา หรือตอบปัญหาไม่ตรงประเด็น

ขั้นตรวจสอบ (2 คะแนน)

ระดับ คะแนน	พฤติกรรมที่แสดงความสามารถในขั้นตรวจสอบ
2	ตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ความเหมาะสมของตัวแบบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องได้
1	มีร่องรอยของการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ความเหมาะสมของตัวแบบ ความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา และตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องบ้าง
0	ไม่มีร่องรอยการตรวจสอบความถูกต้องใดๆ

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรม

แบบสังเกตความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ชื่อ-สกุล (ผู้ถูกประเมิน)ชั้น.....เลขที่.....

วาระปฏิบัติการที่.....เรื่อง.....วันที่.....

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

ตัวชี้วัดที่	ข้อที่	พฤติกรรมที่สังเกต	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำความเข้าใจ ปัญหา	1	เข้าใจปัญหาเป็นการคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจว่าอะไรที่ต้องการค้นหา และระบุส่วนได้ว่าโจทย์ต้องการอะไรและให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง			
2. วางแผน แก้ปัญหา	2	ค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า นำความสัมพันธ์ที่ได้มาผสมผสานกับประสบการณ์ กำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา			
3. ดำเนินการ ตามแผน	3	ลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียด แล้วลงมือปฏิบัติจนได้ความสำเร็จ ถ้าไม่สำเร็จต้องค้นหาและทำการแก้ปัญหานั้นจนสามารถแก้ปัญหานั้นได้			
4. ตรวจสอบ ผล	4	ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ มีคำตอบหรือยุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่			

ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์นักเรียน

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

ชื่อ-สกุล (ผู้ถูกสัมภาษณ์) ชั้น.....เลขที่.....

วงจรรูปปฏิบัติการที่.....เรื่อง.....วันที่.....

ข้อคำถาม

1. นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ หรือวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้หรือไม่

ได้ ไม่ได้ เพราะ.....

2. ปัญหาและอุปสรรคในการทำความเข้าใจ หรือวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคืออะไร

.....

3. นักเรียนสามารถวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่

ได้ ไม่ได้ เพราะ.....

4. นักเรียนสามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่

ได้ ไม่ได้ เพราะ.....

5. หากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้ นักเรียนจะอย่างไร

.....

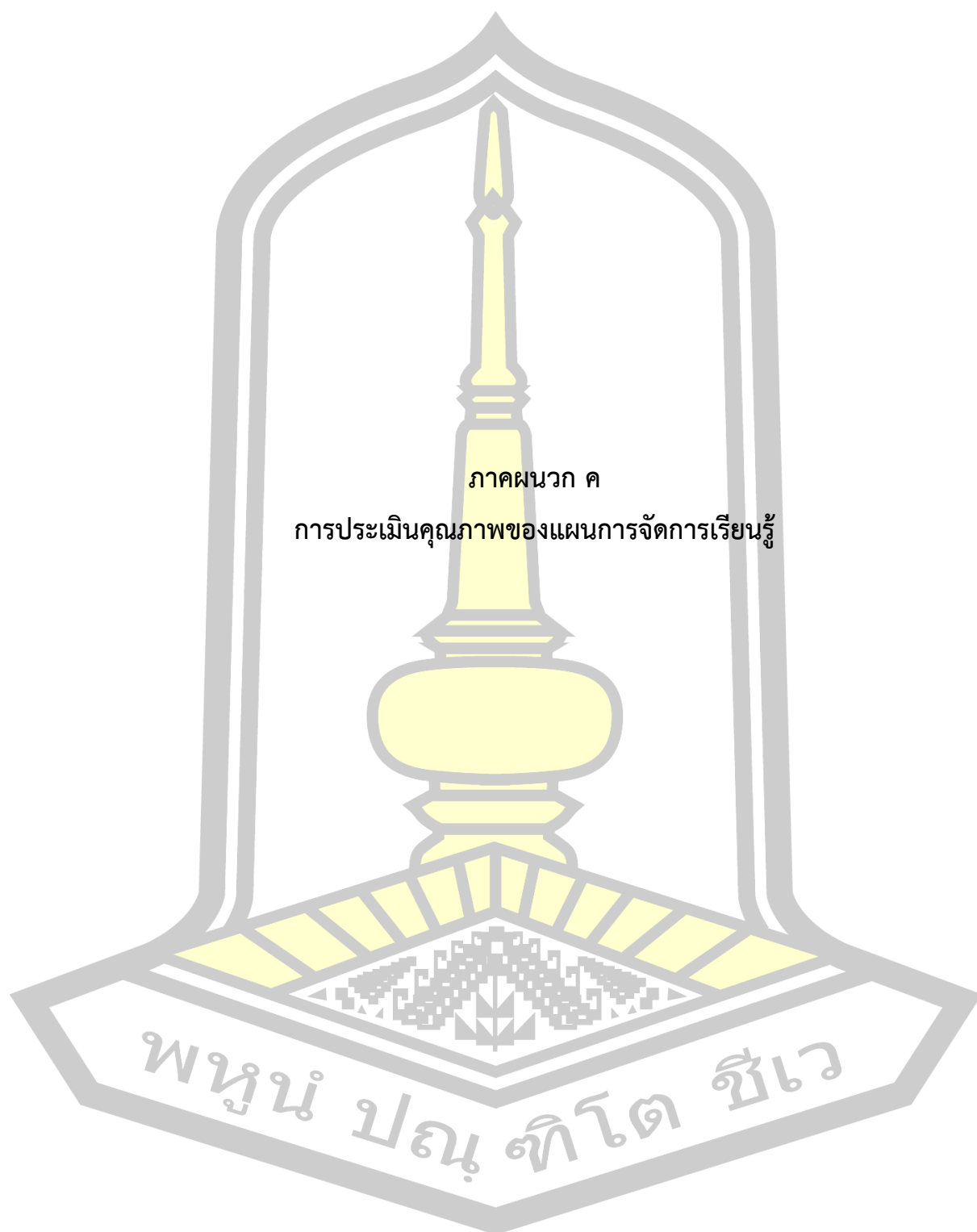
6. นักเรียนจะพัฒนาตนเองในด้านใด เพื่อให้ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้

.....

7. นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบขั้นตอน และตรวจสอบคำตอบของการแก้โจทย์ปัญหาหรือไม่

มี อย่างไร.....

ไม่มี เพราะ.....

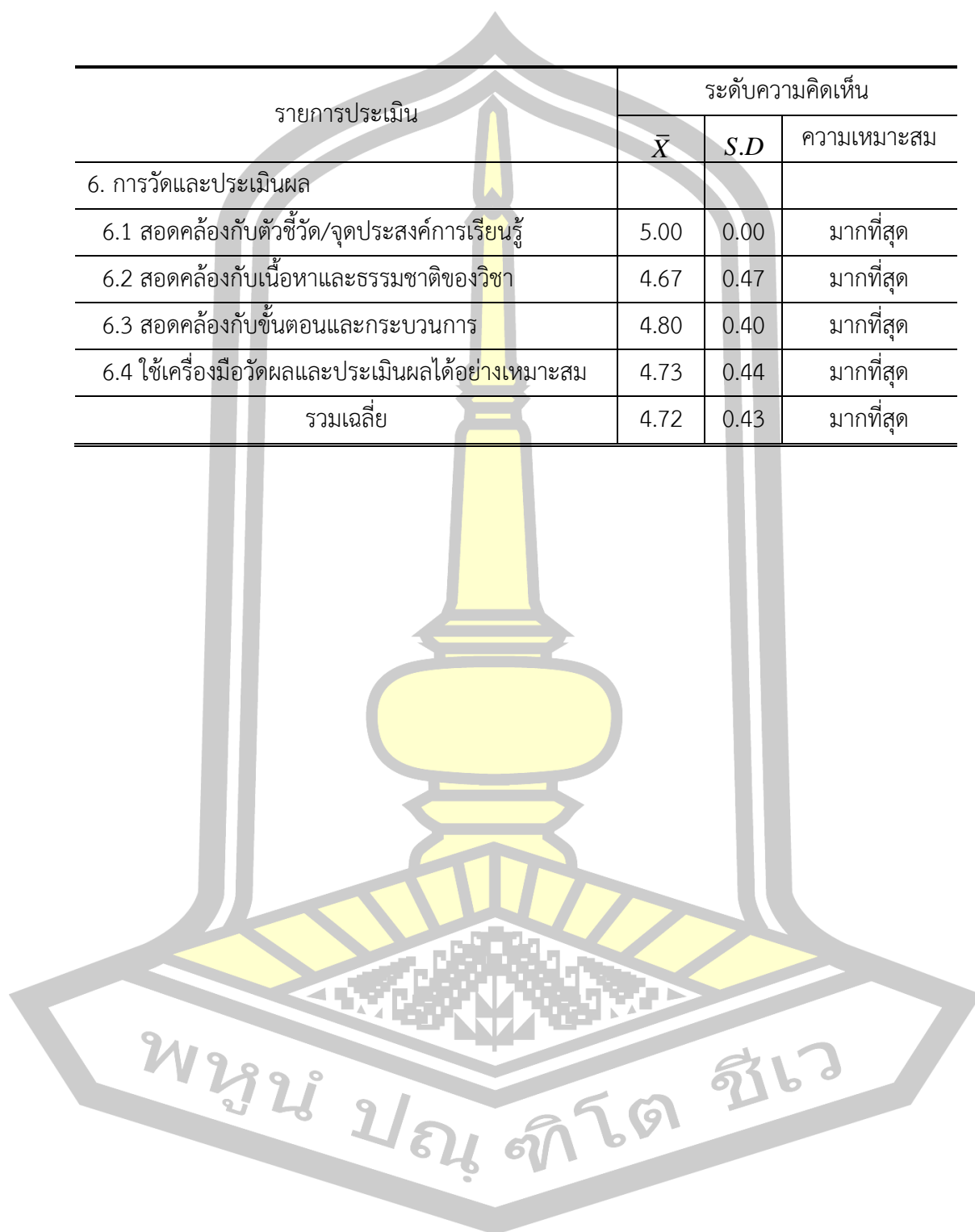


ตารางที่ 15 ผลการประเมินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	S.D	ความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด			
1.1 แสดงถึงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเรื่อง	4.67	0.60	มากที่สุด
1.2 สัมพันธ์กับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.60	0.49	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 ถูกต้องตามหลักการเขียน	4.87	0.34	มากที่สุด
2.2 เข้าใจง่ายและชัดเจน	4.67	0.47	มากที่สุด
2.3 ครอบคลุมพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้	4.53	0.50	มากที่สุด
3. เนื้อหา/สาระการเรียนรู้			
3.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.87	0.34	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4.87	0.34	มากที่สุด
3.3 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ	4.40	0.49	มาก
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.67	0.47	มากที่สุด
4. การจัดการกระบวนการเรียนรู้			
4.1 เรียงลำดับขั้นตอนได้เหมาะสม	4.80	0.40	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4.73	0.44	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.60	0.71	มากที่สุด
4.4 ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	4.60	0.49	มากที่สุด
5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้			
5.1 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.80	0.40	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้	4.73	0.44	มากที่สุด
5.3 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา สาระการเรียนรู้ได้	4.73	0.44	มากที่สุด

ตารางที่ 15 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	S.D	ความเหมาะสม
6. การวัดและประเมินผล			
6.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและธรรมชาติของวิชา	4.67	0.47	มากที่สุด
6.3 สอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการ	4.80	0.40	มากที่สุด
6.4 ใช้เครื่องมือวัดผลและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	4.73	0.44	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.72	0.43	มากที่สุด

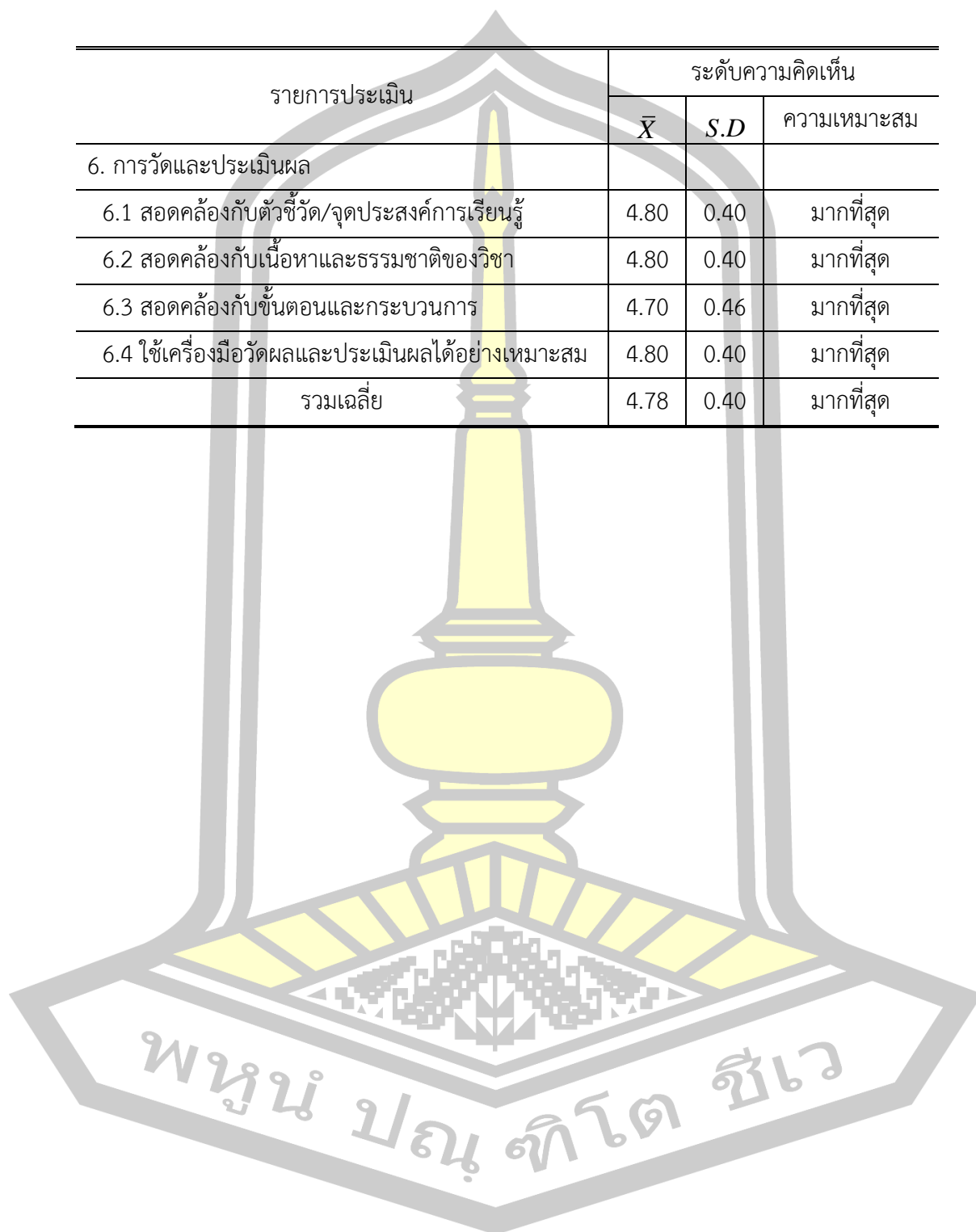


ตารางที่ 16 ผลการประเมินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	S.D	ความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด			
1.1 แสดงถึงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเรื่อง	4.90	0.30	มากที่สุด
1.2 สัมพันธ์กับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.80	0.40	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 ถูกต้องตามหลักการเขียน	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 เข้าใจง่ายและชัดเจน	4.85	0.36	มากที่สุด
2.3 ครอบคลุมพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้	4.70	0.46	มากที่สุด
3. เนื้อหา/สาระการเรียนรู้			
3.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.95	0.22	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4.90	0.30	มากที่สุด
3.3 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ	4.65	0.48	มากที่สุด
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.75	0.43	มากที่สุด
4. การจัดกระบวนการเรียนรู้			
4.1 เรียงลำดับขั้นตอนได้เหมาะสม	4.80	0.40	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	0.43	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.50	0.81	มาก
4.4 ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	4.80	0.40	มากที่สุด
5. สื่อการเรียน/แหล่งการเรียนรู้			
5.1 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.65	0.48	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้	4.80	0.40	มากที่สุด
5.3 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา สาระการเรียนรู้ได้	4.65	0.48	มากที่สุด

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	<i>S.D</i>	ความเหมาะสม
6. การวัดและประเมินผล			
6.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.40	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและธรรมชาติของวิชา	4.80	0.40	มากที่สุด
6.3 สอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการ	4.70	0.46	มากที่สุด
6.4 ใช้เครื่องมือวัดผลและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	4.80	0.40	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.78	0.40	มากที่สุด

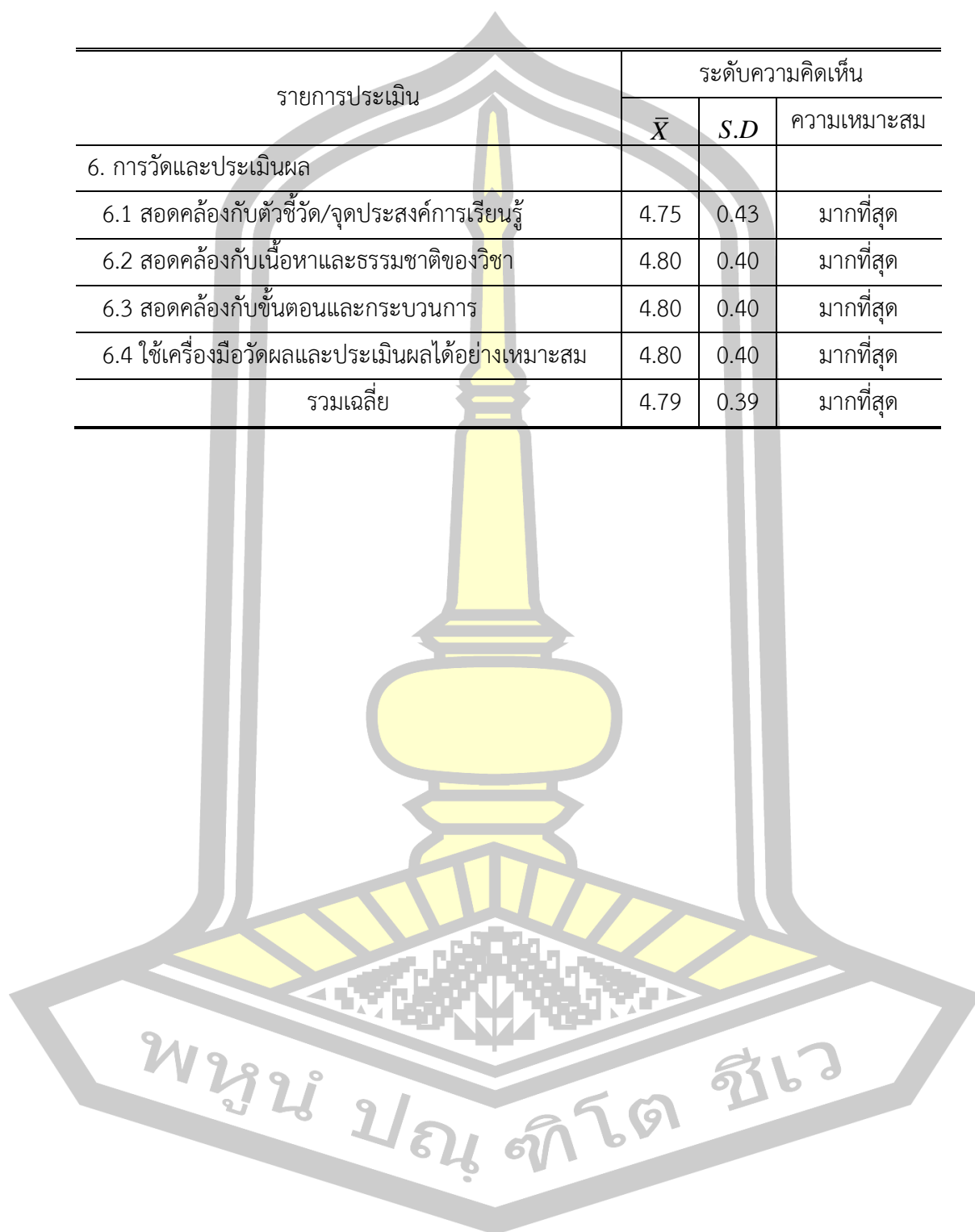


ตารางที่ 17 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญานักเรียน ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	S.D	ความเหมาะสม
1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด			
1.1 แสดงถึงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเรื่อง	4.85	0.36	มากที่สุด
1.2 สัมพันธ์กับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.75	0.43	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 ถูกต้องตามหลักการเขียน	4.95	0.22	มากที่สุด
2.2 เข้าใจง่ายและชัดเจน	4.80	0.40	มากที่สุด
2.3 ครอบคลุมพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้	4.70	0.46	มากที่สุด
3. เนื้อหา/สาระการเรียนรู้			
3.1 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.90	0.30	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4.85	0.36	มากที่สุด
3.3 มีความชัดเจน ไม่สับสน น่าสนใจ	4.65	0.48	มากที่สุด
3.4 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.80	0.40	มากที่สุด
4. การจัดกระบวนการเรียนรู้			
4.1 เรียงลำดับขั้นตอนได้เหมาะสม	4.85	0.36	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	0.43	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.80	0.40	มากที่สุด
4.4 ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	4.75	0.43	มากที่สุด
5. สื่อการเรียน/แหล่งการเรียนรู้			
5.1 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.75	0.43	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้	4.75	0.43	มากที่สุด
5.3 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา สาระการเรียนรู้ได้	4.75	0.43	มากที่สุด

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	<i>S.D</i>	ความเหมาะสม
6. การวัดและประเมินผล			
6.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	0.43	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหาและธรรมชาติของวิชา	4.80	0.40	มากที่สุด
6.3 สอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการ	4.80	0.40	มากที่สุด
6.4 ใช้เครื่องมือวัดผลและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	4.80	0.40	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.79	0.39	มากที่สุด





ภาคผนวก ง

ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

พหุบัณฑิตวิทโยชุลาลงกรณ์ราชวิทยาลัย

ตารางที่ 18 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 3 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 19 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 3 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	0	1	1	4	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 20 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์
ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวน 3 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 21 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบสังเกตความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
คณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	0	4	0.8	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 22 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบสัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 4 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญ 5
ท่าน

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

พหุ ประถมศึกษา



ภาคผนวก จ
หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ

พหุบัณฑิตยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

วันที่ 29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภมรพรรณ ยุระยาตร์

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

วันที่ 29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

วันที่ 29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ทัศนศิรินทร์ สว่างบุญ

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายสวัสดิ์ จันทมนตรี

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0985976029



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวสิริพร ภูหัวดอน

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0985976029



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางจิรัชยา ปวงประซัง

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0985976029



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางยุพิน พลเรือง

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0985976029



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวศุภวรรณ โคตรท่าน

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0985976029



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางสาวสมพร พลจันทร์

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0985976029



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายทรงรัตน์ ภารสถิตย์

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0985976029



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายยุทธนา นรสาร

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิตินจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0985976029



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายสุรเดช แก้วแสนเมือง

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0985976029



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว287

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

29 มกราคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางนงลักษณ์ วรรณปะกา

ด้วย นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อารยา ปิยะกุล)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0985976029

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายอภิสิทธิ์ ทองกิ่งแดง
วันเกิด	วันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ.2536
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 285 หมู่ 1 ตำบลบึงทวาย อำเภอเต่างอย จังหวัดสกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47260
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2549 ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองบึงทวาย จังหวัดสกลนคร พ.ศ.2551 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเต่างอยพัฒนศึกษา จังหวัดสกลนคร พ.ศ.2555 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเต่างอยพัฒนศึกษา จังหวัดสกลนคร พ.ศ.2559 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร พ.ศ.2561 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัด มหาสารคาม
ทุนวิจัย	พ.ศ.2559 ได้รับทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทาง วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

พูนุ่ ปณุ่ ทิโต ชีเว