



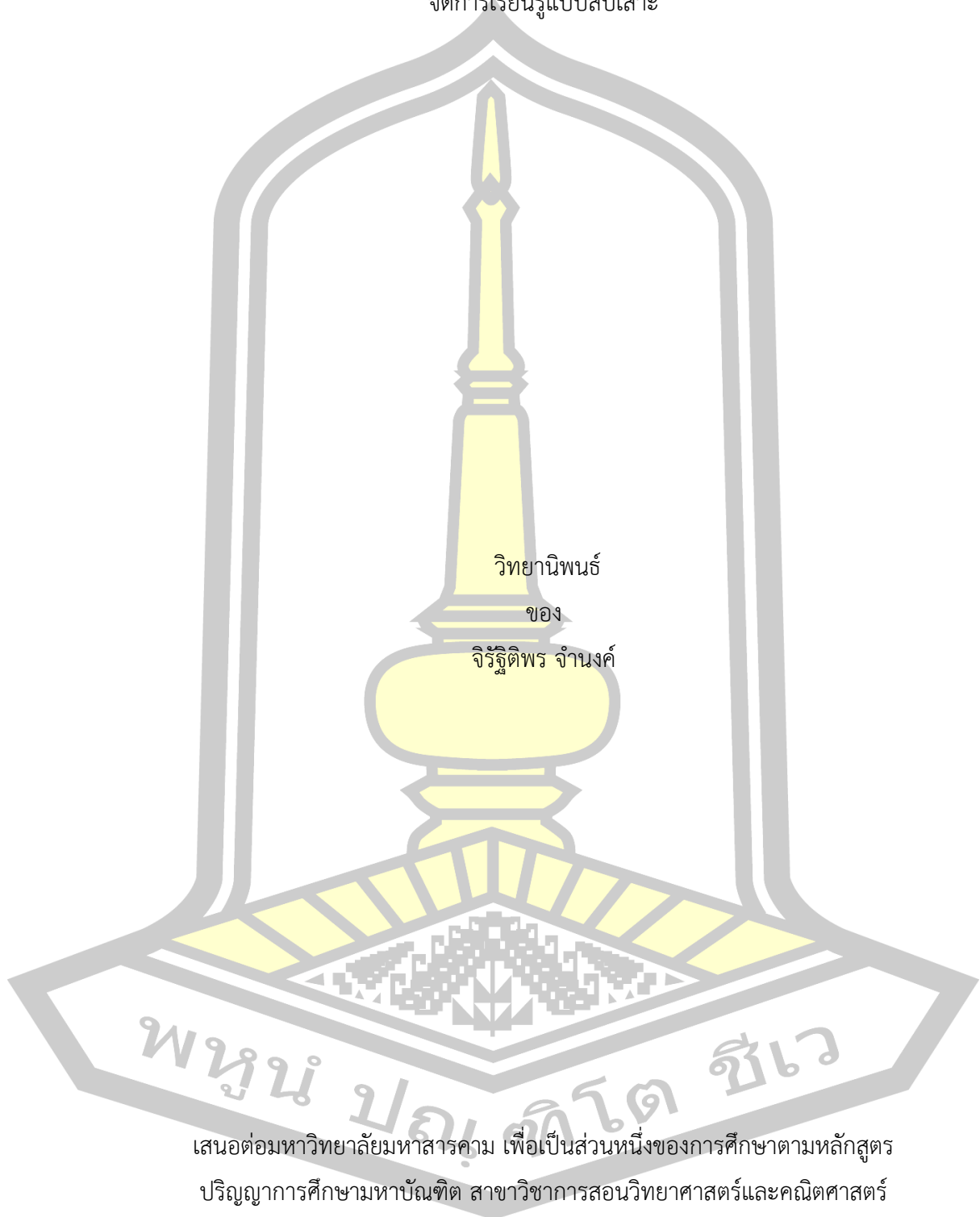
การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การ  
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

วิทยานิพนธ์  
ของ  
จิริจิติพร จำนงค์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์  
กรกฎาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การ  
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

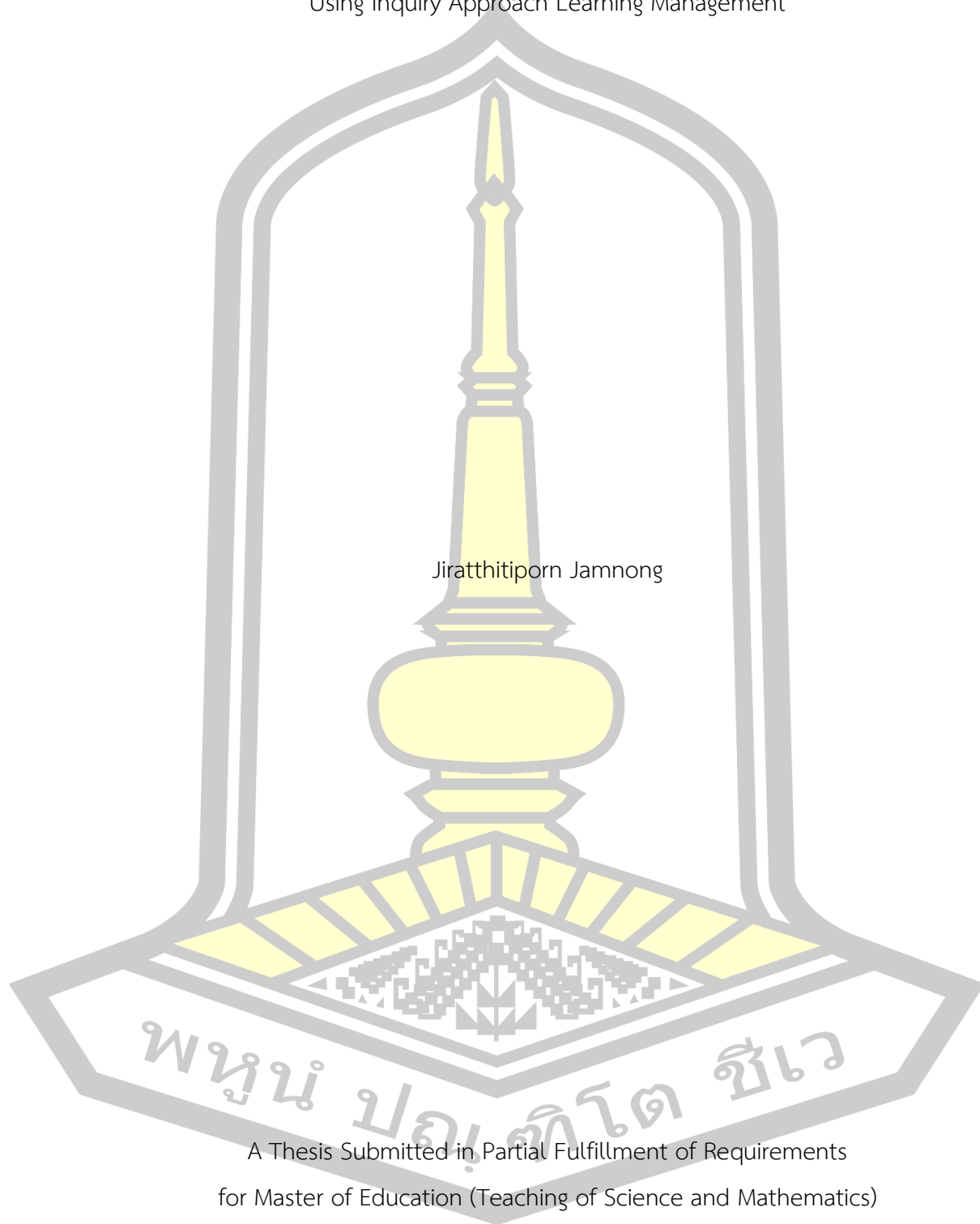


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กรกฎาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Mathematical Connection Ability for Mathayomsuksa 4 Students  
Using Inquiry Approach Learning Management



Jiratthitiporn Jamnong

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

July 2019

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวจิรัฐิติพร จำนงค์  
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. มนต์รี ทองมูล )

กรรมการ

(อ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ )

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. ไพศาล วรคำ )

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม

(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ )

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ		
<b>ผู้วิจัย</b>	จิรัชิตีพร จำนงค์		
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ทองมูล		
<b>ปริญญา</b>	การศึกษามหาบัณฑิต	<b>สาขาวิชา</b>	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	<b>ปีที่พิมพ์</b>	2562

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย คือ เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคามสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวนนักเรียน 26 คน ที่ได้เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผน 10 ชั่วโมง 2) แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ 3) แบบสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์นักเรียนรายบุคคลที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ หลังสิ้นสุดการปฏิบัติการในแต่ละวงรอบ การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีวงจรการปฏิบัติ 3 วงจร และสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยเท่ากับ 10.73 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 53.65 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 19.23 วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 13.38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย

ร้อยละ 66.92 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 57.69 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 15.62 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.08 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยสรุป สามารถพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้ครูผู้สอนจึงสามารถนำการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จยิ่งขึ้นไป

คำสำคัญ : ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์



<b>TITLE</b>	The Development of Mathematical Connection Ability for Mathayomsuksa 4 Students Using Inquiry Approach Learning Management		
<b>AUTHOR</b>	Jiratthitiporn Jamnong		
<b>ADVISORS</b>	Assistant Professor Montri Thongmoon , Ph.D.		
<b>DEGREE</b>	Master of Education	<b>MAJOR</b>	Teaching of Science and Mathematics
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2019

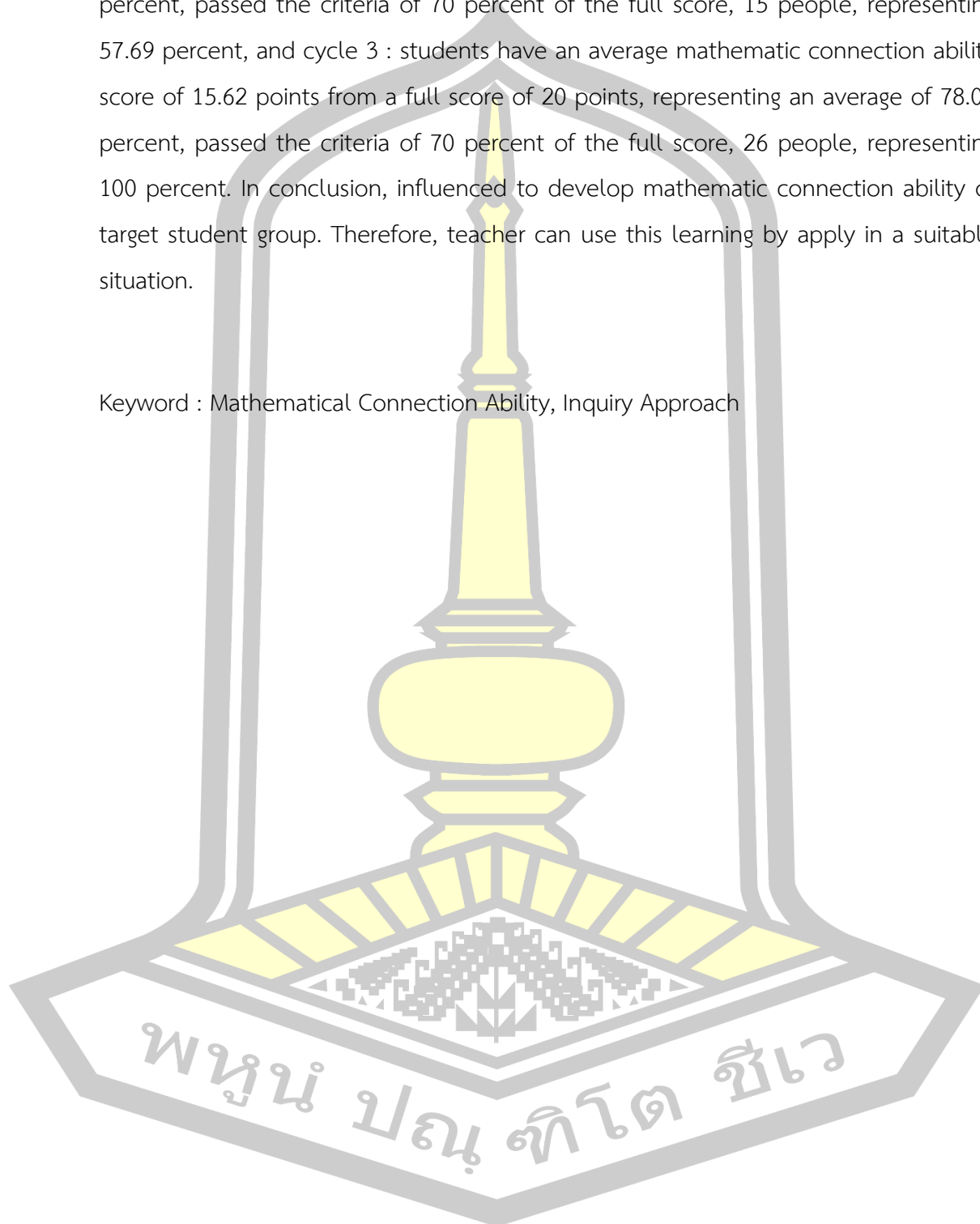
### ABSTRACT

This research aimed to develop mathematic connection ability of matthayomsueksa 4 Students by using Mathematic inquiry and to pass the criteria 70 percent. The target group was 26 Matthayomsuksa 4 students from Phadungnaree School, Maharakham province, in the second semester of the academic year of 2018 and obtained using purposive sampling technique. The instrument used in this study were 1) plans for learning by using Mathematical inquiry, with 10 plans for 10 hours of learning. 2) mathematic connection ability test, subjective test each set has 5 questions. 3) student interview individually to the mathematical inquiry learning management after the end of each cycle. Whereas action research approach used in this study composed of 3 spiral and The statistics used for analyzing the collected data were mean, standard deviation and percentage. The results of the study show that matthayomsuksa 4/6 students who learned by using Mathematical inquiry have mathematic connection ability and they can pass the criteria 70 percent. The details of each spiral were as follows.

Cycle 1 : Students have an average mathematic connection ability score of 10.73 points from a full score of 20 points, representing an average of 53.65 percent, passed the criteria of 70 percent of the full score, 5 people, representing 19.23 percent, cycle 2 : students have an average mathematic connection ability

score of 13.38 points from a full score of 20 points, representing an average of 66.92 percent, passed the criteria of 70 percent of the full score, 15 people, representing 57.69 percent, and cycle 3 : students have an average mathematic connection ability score of 15.62 points from a full score of 20 points, representing an average of 78.08 percent, passed the criteria of 70 percent of the full score, 26 people, representing 100 percent. In conclusion, influenced to develop mathematic connection ability of target student group. Therefore, teacher can use this learning by apply in a suitable situation.

Keyword : Mathematical Connection Ability, Inquiry Approach





## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ทองมูล ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนื่องเฉลิม ประธานกรรมการสอบ อาจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ และศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ กรรมการสอบ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์ ที่ได้ให้ความรู้และให้คำปรึกษา แนะนำ สั่งสอน ตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาและงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชุกก่าแพง อาจารย์เสาวณิต ทัพโยธา และอาจารย์สงวนศักดิ์ โกสินันท์ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจเครื่องมือการวิจัย

ขอขอบพระคุณ โรงเรียนผดุงนารี และคุณครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิจัยและเก็บข้อมูลในการวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา รวมทั้งครอบครัวคุณญาติพี่น้องทุกคน และเพื่อนนิสิตสาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รุ่น 4 ทุกคนที่คอยช่วยเหลือ จนทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

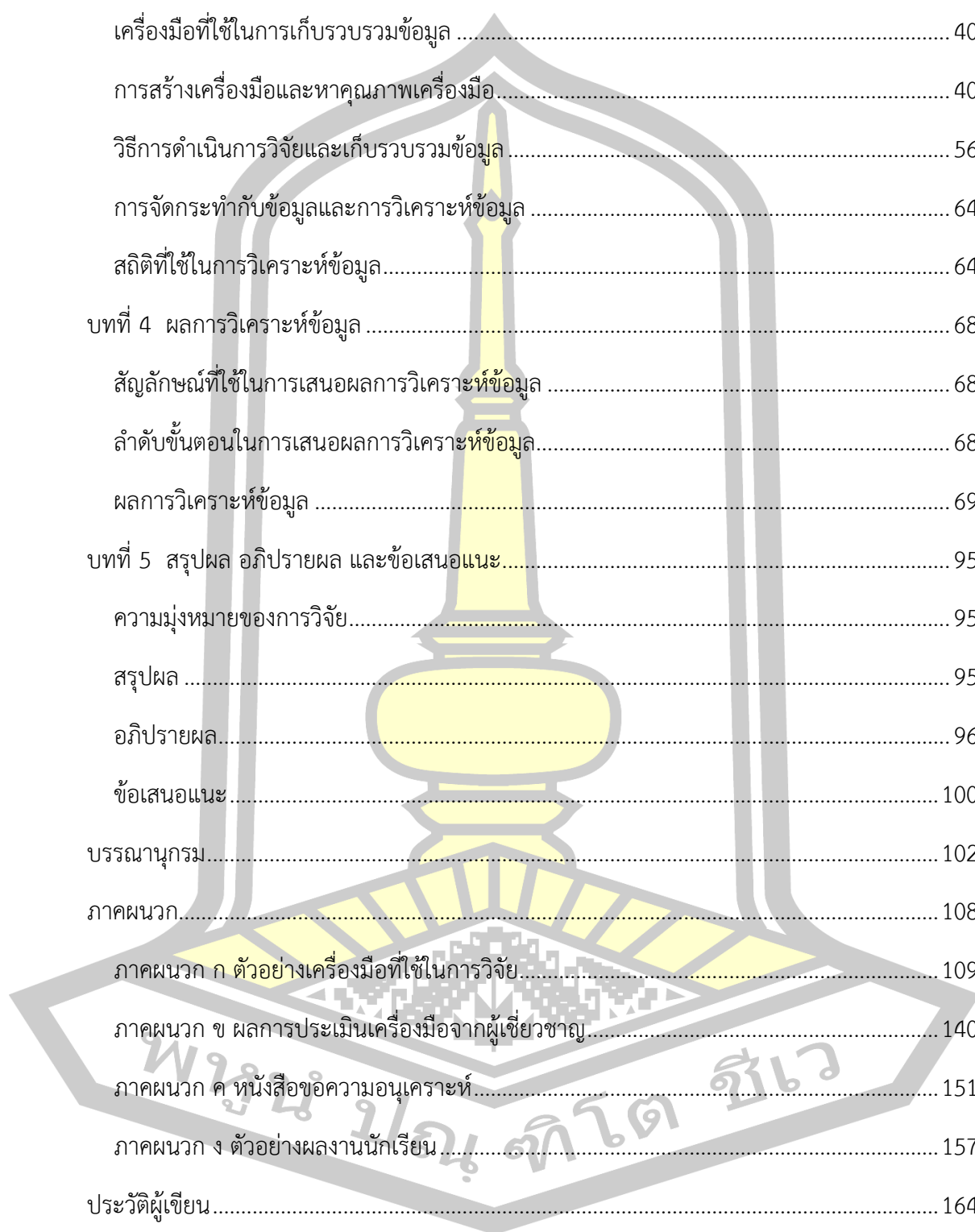
จิรัฐิติพร จำนงค์

พหุบัณฑิต โท ชีเว

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพประกอบ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
หลักสูตรการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	6
การวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	12
การสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์.....	16
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	34
งานวิจัยในประเทศ.....	34
งานวิจัยต่างประเทศ.....	36
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	38

กลุ่มเป้าหมาย.....	38
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	40
การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	40
วิธีการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	56
การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	95
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	95
สรุปผล.....	95
อภิปรายผล.....	96
ข้อเสนอแนะ.....	100
บรรณานุกรม.....	102
ภาคผนวก.....	108
ภาคผนวก ก ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	109
ภาคผนวก ข ผลการประเมินเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ.....	140
ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	151
ภาคผนวก ง ตัวอย่างผลงานนักเรียน.....	157
ประวัติผู้เขียน.....	164



## สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6.....	39
ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่าง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ .....	41
ตาราง 3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้จริง ...	52
ตาราง 4 เกณฑ์การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	53
ตาราง 5 แสดง Action Plan ของวิจัยเชิงปฏิบัติการ .....	58
ตาราง 6 คะแนนเฉลี่ย (X) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	69
ตาราง 7 คะแนนแบบทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	73
ตาราง 8 ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 .....	77
ตาราง 9 คะแนนแบบทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 2 .....	79
ตาราง 10 ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 .....	83
ตาราง 11 คะแนนแบบทดสอบย่อยทำวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	85
ตาราง 12 ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 .....	88
ตาราง 13 คะแนนพัฒนาการของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	89
ตาราง 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการหลังจากได้รับการจัดการแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์แต่ละระดับพัฒนาการ .....	91
ตาราง 15 คะแนนพัฒนาการของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	91

ตาราง 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการหลังจากได้รับการจัดการแบบ สืบเสาะทางคณิตศาสตร์แต่ละระดับพัฒนาการ.....	93
ตาราง 17 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน .....	143
ตาราง 18 วิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน วงจร ปฏิบัติการที่ 1.....	145
ตาราง 19 วิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน วงจร ปฏิบัติการที่ 2.....	146
ตาราง 20 วิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน วงจร ปฏิบัติการที่ 3.....	147
ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อและความ เชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 ข้อ .....	148
ตาราง 22 วิเคราะห์ผลการประเมินแบบสัมภาษณ์นักเรียนกับการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน.....	150



## สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงการวิจัยปฏิบัติการ.....	14
ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ 6 ชั้น.....	19
ภาพประกอบ 3 เกณฑ์การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ .....	25
ภาพประกอบ 4 พัฒนาการของร้อยละของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ใน แต่ละวงจรปฏิบัติการ .....	71
ภาพประกอบ 5 กราฟแสดงพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน .....	94



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์มีความสุขทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) และคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์เป็นพลเมืองดีเพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างควมมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิดช่างริเริ่มสร้างสรรค์ ระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายตลอดจนมีลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม (สิริพร ทิพย์คง, 2543)

จากการสังเกตการเรียนการสอน การฝึกสอน และสอบถามครูผู้สอนเกี่ยวกับประเด็นปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนผดุงนารี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เคยได้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมาใช้ในการเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ และไม่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนเรื่องก่อนหน้ามาใช้ในการเรียนเรื่องใหม่ได้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ทางคณิตศาสตร์ได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความไม่มั่นใจในตนเอง และรอคอยแต่คำชี้แนะของครูผู้สอนอยู่ตลอดเวลา ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเกิดจากหลายสาเหตุ สาเหตุแรก คือ นักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสฝึกฝนการทำโจทย์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ รวมถึงนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน สาเหตุที่สอง คือ ครูผู้สอนลำดับเนื้อหาในการสอนไม่ต่อเนื่องกันทำให้นักเรียนสับสน สาเหตุที่สาม คือ โจทย์ดูเข้าใจยากและไม่สอดคล้องกับที่นักเรียนเคยเรียนมา (กชกร รุ่งหัวไผ่, 2547)

การเชื่อมโยงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้เข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์เป็นสะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการหรือสามัญสำนึกไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรมและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนได้สร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญ

ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เป็นวัตถุ รูปกราฟ กราฟ และสัญลักษณ์ต่าง ๆ และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ และยังช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในแนวความคิดและเกิดความเข้าใจลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน การเชื่อมโยงความรู้เก่าไปสู่ความรู้ใหม่ตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นใฝ่หาความรู้และขยายความรู้ออกไปสู่โลกกว้างเข้าใจชีวิตและธรรมชาติตามวัยเป็นบทเรียนที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบตัวเอง รักและเห็นประโยชน์การเรียนรู้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินพัฒนาการกระบวนการเรียนรู้ของตนเพิ่มเติมในส่วนที่บกพร่องโดยไม่ทำให้นักเรียนเกิดความเครียดและรู้สึกล้มเหลว การเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เชื่อมโยงต่อเนื่องกลมกลืนกัน การเชื่อมโยงเป็นคุณลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งของคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้คณิตศาสตร์ไม่ถูกมองว่าเป็นอะไรที่ลึกลับซับซ้อนห่างไกลจากการดำเนินชีวิตและยังส่งเสริมให้คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ท้าทาย น่าเรียนรู้ การเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์เป็นไปได้หลายแบบ ได้แก่ การเชื่อมโยงกันในตัวของคณิตศาสตร์เอง การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคนอง (2547)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการให้พัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 และช่วงชั้นที่ 4 เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ครบถ้วนทั้งสามด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และด้านคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยม จึงได้จัดทำคู่มือครู ซึ่งเสนอแนะแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ไว้ได้อย่างละเอียดโดยมีรูปแบบการสอน 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปผล ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ และขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล (กรมวิชาการ, 2545)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะหาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพอีกด้วย



## ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

## ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนสืบเสาะทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูที่จะพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นและระดับชั้นอื่น ๆ อีกต่อไป

## ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย  
กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมืองจังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 26 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)
2. ตัวแปรที่ศึกษา  
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
3. ระยะเวลาในการวิจัย  
การวิจัยนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง  
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาจากหลักสูตรสถานศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. วิธีสอนตามรูปแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าดำเนินการตามแผนการสอนในคู่มือครูคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ กิจกรรมการเรียนการสอนมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่นำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้วเป็นพื้นฐานในการหาความรู้ใหม่ที่กำลังจะสอน

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นเรียนรู้เนื้อหาใหม่ที่ควรเริ่มจาก

1. การใช้ของจริง เป็นการนำเอาสิ่งที่เป็นรูปธรรม มาจัดประสบการณ์ให้นักเรียนสามารถสรุปเป็นนามธรรม

2. เป็นการใช้รูปภาพจำลอง และสื่อต่าง ๆ เป็นการเปลี่ยนเครื่องช่วยคิดจากของจริงมาเป็นรูปภาพ ๆ หรือใช้ของจำลองและสื่อต่าง ๆ

3. การใช้สัญลักษณ์ หลังจากที่นักเรียนเรียนรู้การใช้ของจริง รูปภาพ ของจำลอง และสื่อต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้อธิบายการใช้สัญลักษณ์แทนสื่อต่าง ๆ เหล่านั้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเรื่องที่เรียนเป็นวิธีลัด โดยให้นักเรียนสังเกตหรือทดลองปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 การฝึกทักษะ เป็นขั้นที่นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีหรือบทสรุป มาฝึกทักษะ ซึ่งอาจฝึกจากแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียนและบัตรงาน

ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นโยงตัวเลขให้สัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และใช้ในวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าผ่านตามจุดประสงค์หรือไม่

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสาระอื่น และสามารถนำความรู้และทักษะจากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้เชื่อมโยงเหตุการณ์เนื้อหาในบริบทต่าง ๆ และในชีวิตประจำวันได้ โดยวัดจากการทำแบบทดสอบการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ซึ่งสามารถประเมินได้จากคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยนำเกณฑ์มาจากกรมวิชาการ

3. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) หมายถึง กระบวนการรวบรวมสภาพปัญหา และศึกษาค้นคว้าหาวิธีการปรับปรุงหรือพัฒนาคุณภาพของงานที่ปฏิบัติให้ดีกว่าเดิม ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข ปรึกษาผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งออกแบบเครื่องมือ

3.2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

3.3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ใช้เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการรวบรวมข้อมูล

3.4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) วิเคราะห์ผลเพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหาให้ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์และสรุปโดยแผนผังความคิด ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
3. รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

### หลักสูตรการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคณิตศาสตร์เพื่อจะให้ทราบถึงแนวทางและขอบเขตของวิชา ซึ่งพอจะกล่าวถึงความหมายโดยสังเขปดังต่อไปนี้

1. ความหมายของคณิตศาสตร์

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คณิต แปลว่า การนับการคำนวณ การประมาณ ดังนั้นคณิตศาสตร์ หมายถึง วิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นคำแปลมาจาก Mathematics หมายถึง “สิ่งที่เรียนรู้หรือความรู้” เมื่อพูดคำว่าคณิตศาสตร์คนทั่วไปมักจะเข้าใจว่าเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับตัวเลขเป็นศาสตร์ของการคำนวณและการวัด มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นภาษาสากลเพื่อสื่อความหมายและเข้าใจได้

เวบสเตอร์ (Webster, 1981) ได้ให้ความหมายไว้ว่าคณิตศาสตร์ หมายถึง กลุ่มของวิชาที่ประกอบด้วยเลขคณิต เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส ฯลฯ ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันในเชิงปริมาณ (Quantities) ขนาด (Magnitudes) และรูปร่าง (Form) และสัญลักษณ์ (Symbols) เป็นเครื่องช่วยจากที่กล่าวมาพอสรุปเป็นความหมายคณิตศาสตร์ได้ว่า เป็นกลุ่มของวิชา

ต่าง ๆ ที่ว่าด้วยการคิดคำนวณอย่างเป็นระเบียบ มีเหตุผล มีกระบวนการที่แน่นอนโดยอาศัย  
จำนวนเลข และสัญลักษณ์เป็นเครื่องมือสร้างความเข้าใจช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

จากที่กล่าวข้างต้นพอสรุปได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดคำนวณ โดยใช้  
กระบวนการคำนวณอย่างเป็นระเบียบ มีเหตุผล มีกระบวนการคิดที่เที่ยงตรงโดยอาศัยจำนวนตัวเลข  
และสัญลักษณ์ เป็นเครื่องมือสร้างความเข้าใจในการแก้ปัญหาต่างๆ

2. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดแนวทางในการจัดการ  
เรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช  
2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

### 2.1 ความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21  
เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน  
สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน  
ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ  
นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ  
อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ  
ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้  
ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่  
เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง  
พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้  
ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มี  
ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้  
เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบ  
เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้  
การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะ  
เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น  
ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

### 2.2 วิสัยทัศน์การเรียนรู้

การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551  
เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและ  
ตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง

สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อ ดังนั้น จึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้ เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ และต้องการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น ให้ถือเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาที่จะต้องจัดโปรแกรมการเรียน การสอนให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามความถนัดและความ สนใจ ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ที่ทัดเทียมกับนานาชาติ

### 2.3 คุณภาพของผู้เรียน

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี แล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐาน ในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ นั้นไปประยุกต์ได้
2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ
3. มีความสามารถในการทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดี ต่อคณิตศาสตร์คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) เมื่อผู้เรียน จบการเรียนช่วงชั้นที่ 4 ผู้เรียนควรจะสามารถดังนี้
  - 3.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริงและสามารถนำเสนอสมบัติ ของจำนวนจริงไปใช้ได้
  - 3.2 นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด
  - 3.3 มีความเข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

3.4 มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต สามารถบอกได้ว่าการอ้างเหตุผลสมเหตุสมผลหรือไม่โดยใช้แผนภาพแทนเซต มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

3.5 สามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับที่กำหนดให้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

3.6 สามารถสำรวจรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

3.7 นำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ไปใช้ได้

3.8 มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

## 2.4 สารการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 4 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น แคลคูลัส

จำนวนและพีชคณิต ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ย และมูลค่าของเงิน เมทริกซ์ จำนวนเชิงซ้อน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดและเรขาคณิต ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยาม แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน เรขาคณิตวิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติ และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

แคลคูลัส ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต  
ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และการนำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.5 มาตรฐานการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน มาตรฐาน  
การเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนมีดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค. 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน  
การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค. 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับ  
และอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค. 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบาย  
ความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค. 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาด  
ของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค. 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต  
ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

มาตรฐาน ค. 2.3 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค. 2.4 เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้  
(หมายเหตุ : มาตรฐาน ค. 2.3 และ มาตรฐาน ค. 2.4 สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนคณิตศาสตร์  
เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ)

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค. 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติ  
ในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค. 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้  
สาระที่ 4 แคลคูลัส

มาตรฐาน ค.4.1 เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของ  
ฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชันและนำไปใช้

(หมายเหตุ : มาตรฐาน ค.4.1 สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อ)

2.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้  
ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน



ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี่ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

2.6.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2.6.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

2.6.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

2.6.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผล สนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

2.6.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

## 2.7 แหล่งการเรียนรู้

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ในยุคโลกไร้พรมแดนนั้น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ทุกเวลาและทุกสถานที่ ทั้งนี้เพราะแหล่งเรียนรู้ได้เปิดกว้าง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตลอดเวลา และตลอดชีวิต ทั้งการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย แหล่งการเรียนรู้สำหรับคณิตศาสตร์นั้นไม่ใช่แค่ห้องเรียนเท่านั้น แต่ยังรวมถึงสถานที่ต่าง ๆ ในชุมชน เช่น ห้องเรียน ห้องสมุด โรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศูนย์การเรียนรู้ พิพิธภัณฑ์ สมาคม ชุมชน มุมคณิตศาสตร์ สวนคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ ห้องกิจกรรมคณิตศาสตร์หรือห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ สื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ สำหรับผู้สอนและผู้เรียนอุปกรณ์ การเรียนการสอน เกมและของเล่นทางคณิตศาสตร์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ซอฟต์แวร์ (Software) อินเทอร์เน็ต (Internet) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) หรือเครื่องคำนวณเชิงกราฟ (Graphing Calculator) รวมทั้งบุคคลทั้งหลายที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เช่น ครู อาจารย์ ศึกษานิเทศก์ ภูมิปัญญาท้องถิ่นทั้งนี้หากได้มีการส่งเสริมและพัฒนา ตลอดจนจัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมาข้างต้นให้มีความเหมาะสม สอดคล้อง และพอเพียงกับผู้เรียนและผู้สอนก็จะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลยิ่งขึ้น

## 2.8 การวัดและการประเมินผล

การวัดและการประเมินผลทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนไม่ควรมุ่งวัดแต่ด้านความรู้เพียงด้านเดียว ควรวัดให้ครอบคลุมด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านคุณธรรม จริยธรรม และ

ค่านิยมด้วย ทั้งนี้ต้องวัดให้ได้สัดส่วนและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตร การวัดและประเมินผล ควรใช้วิธีการที่หลากหลายที่สอดคล้องและเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวัด เช่น การวัดผลเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอน และพัฒนาผู้เรียน (Formative Test) การวัดผลเพื่อวินิจฉัยหาจุดบกพร่องของผู้เรียน (Diagnostic Test) การวัดผลเพื่อตัดสินผลการเรียนของผู้เรียน (Summative Test หรือ Achievement Test) การวัดผลตามสภาพจริง (Authentic Test) การสังเกต แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) โครงการงานคณิตศาสตร์ (Mathematics Project) การสัมภาษณ์ (Interview) การประเมินผลทางคณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นการวัดสมรรถภาพ

ประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นหัวใจของการวัดผล และการประเมินผลไม่ใช่อยู่ที่การวัดผลเพื่อประเมินตัดสินได้หรือตกของผู้เรียนเพียงอย่างเดียวแต่อยู่ที่การวัดผลเพื่อวินิจฉัยหาจุดบกพร่องตลอดจนการวัดผลเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้สามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มตามศักยภาพการประเมินผลที่ดีนั้นต้องมาจากการวัดผลที่ดี กล่าวคือ จะต้องเป็นการวัดผลที่มีความถูกต้อง (Validity) และมีความเชื่อมั่น (Reliability) และการวัดผลนั้นต้องมีการวัดผลด้วยวิธีต่าง ๆ ที่หลากหลายตามสภาพ และผู้สอนจะต้องวัดให้ต่อเนื่อง ครอบคลุม และทั่วถึงเมื่อนำผลการวัดทั้งหลายมารวมสรุปก็จะทำให้การประเมินผลนั้นถูกต้องใกล้เคียงตามสภาพจริง

### การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

#### 1. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีนักการศึกษาและนักวิชาการได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ดังนี้

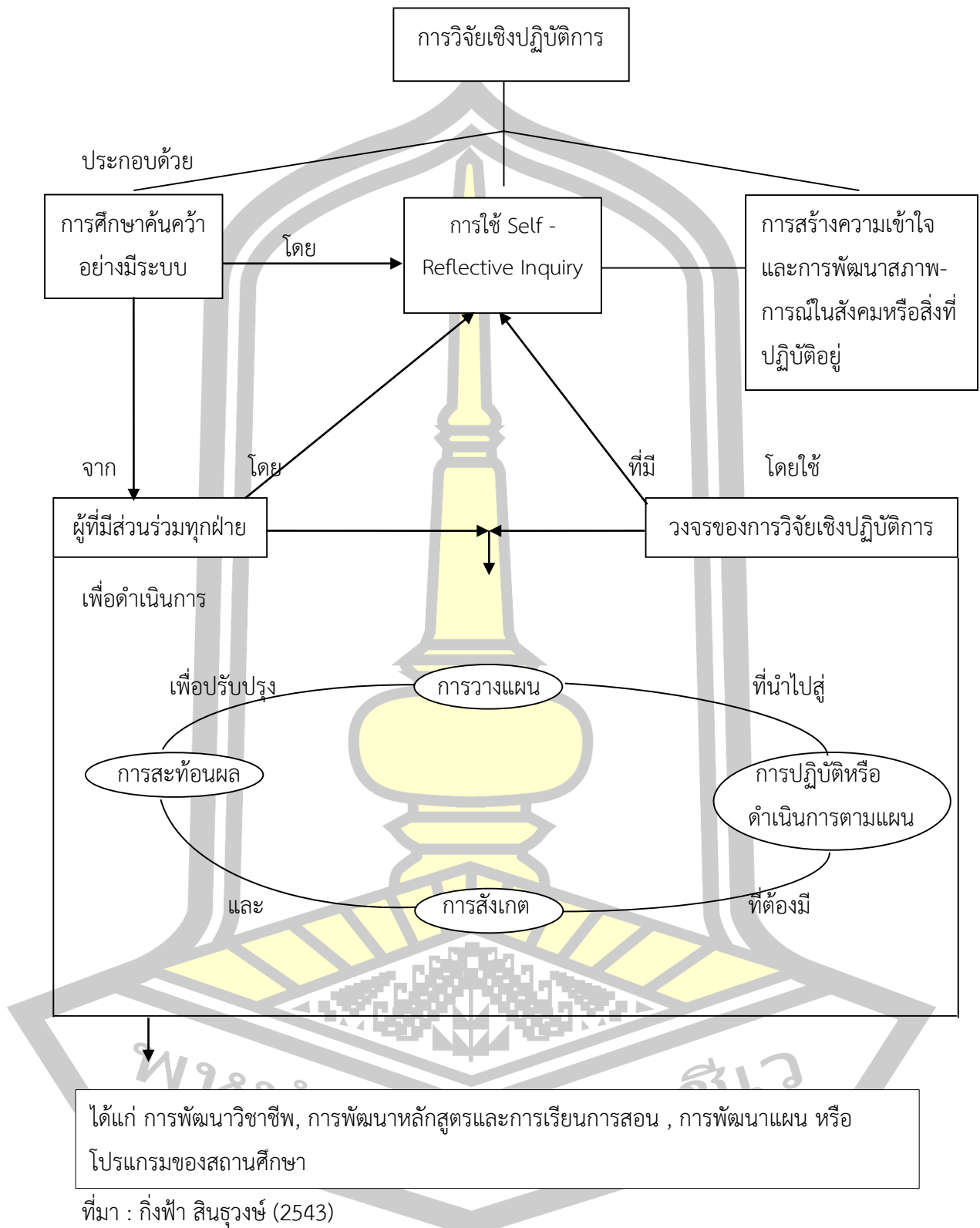
ส. วาสนา ประवालพฤษ (2538) ให้ความเห็นว่า การวิจัยปฏิบัติการนี้มาจากการเชื่อมคำ 2 คำ คือ คำว่า “การวิจัย” (Research) และ “การปฏิบัติการ” (Action) เข้าด้วยกัน เป็นการเน้นความหมายที่จะใช้การวิจัยเพื่อพัฒนาและเป็นแนวทางในการเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรการสอนและการเรียนรู้ ผลของการพัฒนาอยู่ที่ว่า มีอะไรเกิดขึ้นในชั้นเรียนและโรงเรียน มีการแยกแยะแจกแจงและพิจารณาในหลักการและเหตุผลของการจัดการศึกษาในโรงเรียนอย่างละเอียดและชัดเจน ซึ่งการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะช่วยจัดหาแนวทางการทำงานที่เชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติให้เป็นหนึ่งเดียวกันจากแนวคิดสู่การปฏิบัติ

คงศักดิ์ ธาตุทอง (2542) ได้เสนอว่า ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้หลายประเด็นคือ (1) เป็นการวิจัยอย่างมีระบบเกี่ยวข้องกับความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

และการสะท้อนข้อมูลที่ได้อย่างพินิจพิเคราะห์ เพื่อนำผลที่ได้ใช้ในการปรับปรุงการปฏิบัติการอย่าง ต่อเนื่องจนเป็นที่พอใจของผู้วิจัย (2) การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการค้นหาปัญหาเพื่อการปรับปรุงและ ทำความเข้าใจปัญหาด้วยการกระทำและเรียนรู้จากผลของการกระทำนั้น ๆ และ (3) การวิจัยเชิง ปฏิบัติการเป็นการทำวิจัยในงานของผู้วิจัยและงานที่กลุ่มผู้ร่วมวิจัยเป็นการทำงานร่วมกันของ ผู้เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยพัฒนาทั้งงานของผู้วิจัยทำและงานของผู้ร่วมวิจัยไปพร้อม ๆ กัน ในการทำงาน ร่วมกันผู้วิจัยต้องมองว่าผู้ร่วมวิจัยเป็นคนที่มีความตั้งใจไม่ใช่วัตถุ พร้อมทั้งช่วยกระตุ้นให้เกิด การทำงานร่วมกันอย่างมีจุดหมายและช่วยให้ผู้ร่วมงานสร้างประวัติศาสตร์ผลงานด้วยตัวของเขาเอง

กึ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2543) ได้เสนอองค์ประกอบและหลักการสำคัญของการวิจัยเชิง ปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart ไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการ แสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบชนิดหนึ่ง ซึ่งอธิบายได้ในแผนภาพที่ดังนี้





ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงการวิจัยปฏิบัติการ

อุทุมพร จามรมาน (2537) เสนอว่า การวิจัยที่เรียกว่า Action Research คือ การวิจัยที่ทำโดยครู ของครู เพื่อครู และสำหรับครู เป็นการวิจัยที่ครูซึ่งต้องตั้งปัญหาในการเรียน การสอนออกมา และครูผู้ซึ่งต้องแสวงหาข้อมูลเพื่อมาแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยกระบวนการที่เชื่อถือได้ ผลการวิจัยคือคำตอบที่ครูอีกนั้นแหละจะเป็นผู้นำไปใช้แก้ปัญหาของตน

เคมมิส และแมกเทกการ์ด (Kemmis and McTaggart, 1988) ให้ความหมายไว้ว่า “การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นแบบหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าที่ส่องสะท้อนตนเองเป็นกลุ่ม ดำเนิน การศึกษาโดยคนในกลุ่มที่ปฏิบัติงานตามปกติในสถานการณ์ทางสังคมเพื่อที่จะปรับปรุงวิธี และ ลักษณะการปฏิบัติงานทางสังคมหรือทางการศึกษาให้ชอบด้วยหลักการเหตุผล มีความชอบธรรมและมีคุณภาพดีรวมทั้งเป็นการสร้างความเข้าใจในงานที่ตนกำลังปฏิบัติงาน และสถานการณ์ที่เป็นอยู่ ซึ่งกลุ่มผู้ร่วมงานวิจัยอาจรวมถึงครู ผู้บริหาร นักเรียน ผู้ปกครอง และสมาชิกอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่มีความสนใจร่วมกันในทางการศึกษาได้ใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาหลักสูตรในระดับโรงเรียน การพัฒนาวิชาชีพการปรับปรุงโครงการในโรงเรียน การปรับปรุงระบบและนโยบายของโรงเรียน

สรุปได้ว่า การวิจัยในชั้นเรียนมีความหมายครอบคลุมทั้งการวิจัยปฏิบัติการและ การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน อีกทั้งเป็นคำที่สั้น กะทัดรัด ชัดเจน เข้าใจง่าย และเป็นที่ยอมรับใช้กัน โดยทั่วไปในยุคปัจจุบัน จึงขอใช้คำนี้ในการอธิบายว่า การวิจัยในชั้นเรียนคือการดำเนินการอย่างเป็น ระบบในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสะท้อนผลการปฏิบัติงานตามสภาพที่เป็นจริงของครูและ ผู้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติการวิจัยเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประกอบการตัดสินใจในการแก้ไข ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง พัฒนา และเพิ่มความรู้ในงานของครูเองให้มากยิ่งขึ้น ทั้งในด้านที่เกี่ยวกับหลักสูตร การบริการ และการเรียนการสอนในชั้นเรียน โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) หมายถึง กระบวนการรวบรวมสภาพปัญหาและศึกษาค้นคว้าหาวิธีการปรับปรุงหรือพัฒนาคุณภาพ ของงานที่ปฏิบัติให้ดีกว่าเดิม ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข
2. ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ใช้เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการ รวบรวมข้อมูล
4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) วิเคราะห์ผลเพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหา ให้ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

## การสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์

### 1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2544) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาแก้ปัญหาได้

ปรมาภรณ์ อนุพันธ์ (2544) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้ความจริงด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าวิธีการแก้ปัญหาได้เอง

ไสว พิกขาว (2544) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหาโดยใช้คำถาม จัดเป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครูจะลดลง ครูจะเปิดโอกาสและชี้แนะให้นักเรียนได้ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมค้นคว้า และสรุปความรู้ด้วยตนเอง จากการถามตอบหรือครูและนักเรียนผลัดกันถามก็ได้ แต่รูปแบบที่นักเรียนเป็นผู้ถามจะสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญมากที่สุด

ชาติรี เกิดธรรม (2545) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล ทำให้ค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เองสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยครูตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเองสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดลอมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

จากความหมายดังกล่าวพอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนด้วยการฝึกให้

นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง และมีการถามตอบเป็นสื่อกลางสำคัญในการเรียนรู้

## 2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอแนะแนวทางและขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2546) ดังนี้  
แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตร

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานและทักษะการคิดคำนวณการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรเริ่มด้วยการจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริง ใช้รูปภาพและใช้สัญลักษณ์ตามลำดับ การจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริงเป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนเรียนรู้จากการกระทำที่เรียกว่า การจัดประสบการณ์ระดับรูปธรรมและการจัดกิจกรรมโดยใช้สัญลักษณ์ ซึ่งถือว่าเป็นประสบการณ์ระดับนามธรรมครูควรมุ่งจัดกิจกรรมแบบนามธรรมให้เร็วที่สุด ตามความสามารถของนักเรียนและต้องมีการฝึกฝนที่หลากหลาย เช่น ทำแบบฝึกหัดจากหนังสือแบบเรียนจากบัตรงานหรือจากแบบฝึกหัดที่ครูสร้างเอง หรือจากกิจกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น การฝึกคิดจากบัตรงาน การเล่นเกม การฝึกทักษะการคิดคำนวณ มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงดังนี้

- 1.1 การฝึกทักษะควรทำหลังจากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ แล้ว
- 1.2 การฝึกควรฝึกในช่วงเวลาไม่มากนักแต่ควรบ่อย ๆ
- 1.3 ควรใช้กิจกรรมการฝึกหลาย ๆ แบบ
- 1.4 การฝึกควรเริ่มจากง่ายไปหายาก
- 1.5 การฝึกควรให้เหมาะสมใจท้าทายความสามารถ
- 1.6 การฝึกควรให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนแต่ละคนซึ่งนักเรียน

แต่ละคนไม่จำเป็นต้องฝึกด้วยวิธีเดียวกัน

2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างเป็นระเบียบชัดเจนและรัดกุม คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้างเป็นระบบและมีความเป็นเหตุเป็นผลในตัวเอง ด้วยเหตุนี้คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ช่วยให้ฝึกคิดอย่างมีเหตุผลได้เป็นอย่างดีครูผู้สอนจึงไม่ควรละเลยคุณค่าของคณิตศาสตร์ในหัวข้อนี้และควรสอดแทรกในการสอนทุกครั้งเท่าที่โอกาสจะอำนวยให้โดยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้คำถามประเภททำไม เพราะเหตุใด จงยกตัวอย่าง จริงหรือไม่ว่า เป็นต้น การฝึกให้นักเรียนคิดและให้เหตุผลบ่อย ๆ ย่อมจะช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ครูต้องใช้เวลาในการคิดกับนักเรียนพอสมควรไม่รีบร้อนตอบคำถามเสียเอง ถ้าเห็นว่านักเรียนยังมองไม่เห็นวิธีการหาคำตอบอาจให้คำแนะนำเพิ่มเติม ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาและสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ การแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีระเบียบ ชัดเจน รัดกุม ในการทำแบบฝึกหัดจะมีส่วนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นออกมาครูควรดูแลการใช้ภาษาที่ชัดเจนและรัดกุม

3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรประถมศึกษาเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเป็นส่วนมาก ครูควรนำโจทย์จากชีวิตประจำวันมาให้เด็กเรียนคิดซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนรู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ในการปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญและจำเป็นเช่นเดียวกับการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดังนี้

3.1 ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่นำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้วเป็นพื้นฐานในการหาความรู้ใหม่ที่กำลังจะสอน

3.2 ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นเรียนรู้เนื้อหาใหม่ที่ควรเริ่มจาก

3.2.1 การใช้ของจริง เป็นการนำเอาสิ่งที่เป็นรูปธรรม มาจัดประสบการณ์ให้นักเรียนสามารถสรุปเป็นนามธรรม

3.2.2 เป็นการใช้รูปภาพจำลองและสื่อต่าง ๆ เป็นการเปลี่ยนเครื่องช่วยคิดจากของจริงมาเป็นรูปภาพ ๆ หรือใช้ของจำลองและสื่อต่าง ๆ

3.2.3 การใช้สัญลักษณ์ หลังจากที่นักเรียนเรียนรู้การใช้ของจริง รูปภาพของจำลองและสื่อต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้อธิบายการใช้สัญลักษณ์แทนสื่อต่าง ๆ เหล่านั้น

3.3 ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเรื่องที่เรียนเป็นวิธีลัด โดยให้นักเรียนสังเกตหรือทดลองปฏิบัติ

3.4 ขั้นที่ 4 การฝึกทักษะ เป็นขั้นที่นักเรียนนำสูตร ทฤษฎีหรือบทสรุป มาฝึกทักษะ ซึ่งอาจฝึกจากแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียนและบัตรงาน

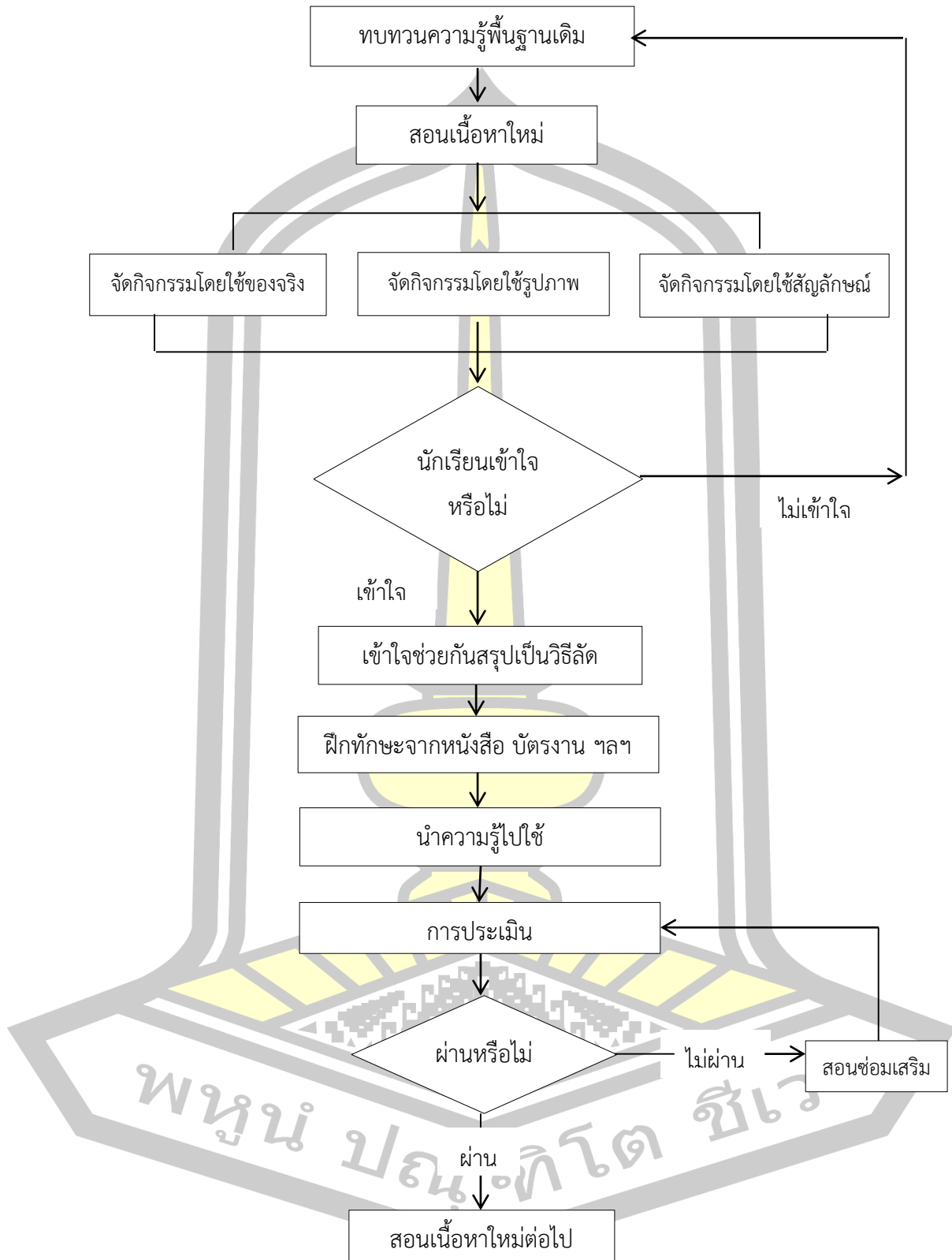
3.5 ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นโยงตัวเลขให้สัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และใช้ในวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง

3.6 ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าผ่านตามจุดประสงค์หรือไม่ ถ้าผ่านก็ให้นักเรียนเรียนเนื้อหาต่อถ้าไม่ผ่านก็ต้องซ่อมเสริม

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ได้สรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพประกอบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

พจนานุกรมศัพท์โต ชั่ว





ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ 6 ชั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ขั้นทบทวนพื้นฐานความรู้เดิม
2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่
3. ขั้นสรุป
4. ขั้นฝึกทักษะ
5. ขั้นนำความรู้ไปใช้
6. ขั้นการประเมินผล

ซึ่งเป็นการฝึกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และใช้ในวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ฝึกให้นักเรียนรู้จักอภิปรายและทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล ฝึกให้สังเกตและวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

### 3. บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กาลลาฮาน และคนอื่น (Callahan and others, 1998) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำกับนักเรียนเรียนมากกว่าบอกให้นักเรียนทำตาม
2. ครูตั้งคำถาม เลือกประเด็นที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเรียนคิดและพยายามค้นหาคำตอบ
3. ในขณะที่นักเรียนค้นหาคำตอบ ครูควรแนะนำในการค้นพบโดยหาความชัดเจนกับปัญหา
4. ครูพยายามสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่เป็นการส่งเสริมการสร้างข้อาคาดเดา การตั้งข้อสงสัยและการคิดแก้ปัญหา
5. สนับสนุนให้นักเรียนตั้งสมมุติฐานและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบสมมุติฐานด้วยตนเอง
6. ช่วยนักเรียนในการวิเคราะห์และประเมินความคิดของตนเอง โดยเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายเปิดในชั้นเรียน และพยายามกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดโดยไม่มีการข่มขู่เมื่อคำตอบไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

กระทรวงศึกษาธิการ (2544) กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ครูจะต้องจัดสภาพแวดล้อม สถานการณ์หรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนได้ฝึกสังเกต เปรียบเทียบ จนเห็นปัญหาและเกิดความสงสัยใคร่รู้
  2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาสาเหตุของปัญหานั้นด้วยการตั้งคำถาม
  3. ให้นักเรียนตั้งสมมุติฐานเชิงทำนายแล้วพิสูจน์ แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุป
  4. ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำหลักการและกฎเกณฑ์ที่ค้นพบไปใช้ในการแก้ปัญหา
- เพื่อให้เกิดการควบคุมและสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ คิดปัญหา วางแผนและแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนมีเหตุผลด้วยตนเอง
2. กระตุ้นให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา
3. เสริมแรงหรือให้กำลังใจแก่นักเรียน
4. ช่วยเหลือ แนะนำ กำกับอย่างใกล้ชิด ตลอดจนเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปได้ด้วยความเรียบร้อย
5. จัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญให้แก่แก่นักเรียน
6. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน
7. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งข้อดีและข้อบกพร่องแก่นักเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า บทบาทที่สำคัญของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ก็คือ การจัดสภาพแวดล้อม สถานการณ์ปัญหาหรือกิจกรรมต่างๆ ที่กระตุ้นต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการสืบเสาะหาความรู้อย่างมีกระบวนการ มีเหตุผล และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและยังเป็นการฝึกให้นักเรียนได้สังเกต ฝึกกระบวนการคิดกล้าที่จะคิดและตัดสินใจ รวมทั้งครูควรให้โอกาสนักเรียนในการคิด ให้การเสริมแรงและให้กำลังใจแก่นักเรียนอีกด้วย

#### 4. กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554) แผนผังความคิดจะให้ประโยชน์มากมายทั้งในชีวิตประจำวัน และการทำงาน ในการวางแผน การบันทึกช่วยจำ การสรุปบทเรียน การทำแผนผังความคิด (Mind Mapping) จะทำให้เห็นภาพการสรุปความคิดในเรื่องนั้น ๆ ในหน้ากระดาษเพียงแผ่นเดียว ดังนั้น Mind Mapping จึงมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการคิด การวางแผน

การนำเสนอ ตลอดจนการช่วยในด้านความจำ การทำความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ การสรุปบทเรียน ครูผู้สอนหรือมีหน้าที่จัดการเรียนรู้ความนำวิธีการแนวคิดนี้ไปปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน หรือกิจกรรมการเรียนรู้ตามความเหมาะสมกับเรื่อง เนื้อหาวิชาหรือสาระการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็น การช่วยพัฒนา การคิด การจำ และการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และวาสนา เมืองหนองจอก (2550) กล่าวว่า การนำแผนผังความคิด (Mind Mapping) ไปใช้จัดการเรียนรู้

1. นำไปจัดกิจกรรมในกลุ่มสาระใด ๆ ก็ได้เพราะจะช่วยพัฒนาการคิด
2. นำไปบูรณาการใช้ร่วมกับวิธีการสอนอื่น ๆ เช่น บูรณาการร่วมกับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบ สสวท. ในชั้นที่ 3 โดยให้นักเรียนสรุปเรื่องที่เรียนเป็นวิธีลัด ร่วมกับแผนผังความคิด (Mind Mapping) ซึ่งจะช่วยให้จดจำเนื้อหาได้ดี มีความคงทนต่อการเรียนรู้ได้นาน

วีชรสันต์ อินธิสาร (2547) โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือเรียกว่า โปรแกรมจีเอสพี (GSP) เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นโปรแกรมที่มี ประสิทธิภาพโปรแกรมหนึ่ง สามารถนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายวิชา เช่น วิชาเรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติและแคลคูลัส โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียน คณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียนรู้โดย เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Learning) โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนา ทักษะของการจินตนาการภาพ (Visualization) ทักษะของกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมจีเอสพี ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการ บูรณาการสาระที่เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียน มีโอกาสพัฒนาพหุปัญญาอัน ได้แก่ ปัญญาทางภาษาด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านศิลปะ และวีชรสันต์ อินธิสาร (2547) ได้สรุปไว้ว่า การใช้โปรแกรมจีเอสพี เป็นเครื่องมือที่ใช้กับเนื้อหา เรขาคณิต แบบ Euclidean หรือ Non-Euclidean พีชคณิต แคลคูลัส และตรีโกณมิติ ในการเรียนรู้ มโนทัศน์ทางเรขาคณิตนั้นโปรแกรมจีเอสพี สามารถช่วยในการสร้างรูปเรขาคณิตในมิติต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเกิดการสำรวจและทำความเข้าใจในเนื้อหาเรขาคณิตได้ง่ายขึ้นกว่าการสอนแบบเดิม โปรแกรมจีเอสพี เป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการค้นพบโปรแกรมจีเอสพี มีความสามารถในการสร้างสื่อการสอนวิชาเรขาคณิต และวิชาอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าแผนผังความคิดและโปรแกรมจีเอสพีเป็นโปรแกรมที่มีความสำคัญและเหมาะสมในการนำมาสร้างสรุปหรือสื่อการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเรื่องเกี่ยวกับเรขาคณิต ผู้วิจัยจึงได้เลือกพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเพิ่มเข้ามาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

## ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

### 1. ความหมายการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teacher Mathematics, 1991) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงว่าเป็นการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกันแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กัน ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้อำนาจที่เกี่ยวข้องให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคมศึกษา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) ได้แบ่งประเภทของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ การเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เนื่องจากในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้นต้องอาศัยความรู้พื้นฐานต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และแก้ปัญหา และการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีบบางอย่างโดยตรง และเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน

โพธิ์ทิพย์ วัชรสวัสดิ์ (2547) กล่าวว่า การเชื่อมโยง เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ทั้งระหว่างสิ่งของ คน หรือแนวคิด ซึ่งเชื่อมโยงแนวคิดเป็นกระบวนการทางปัญญาในการนำสิ่งต่าง ๆ เช่น ความรู้ ประสบการณ์ หรือเหตุการณ์ ตั้งแต่ 2 เหตุการณ์ขึ้นไปมาเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคนอง (2547) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการด้านการเชื่อมโยงเป็นคุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้คณิตศาสตร์ไม่ถูกมองว่าเป็นอะไรที่ลึกลับซับซ้อน ห่างไกลจากการดำเนินชีวิตและยังส่งเสริมให้คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ทำนาย นำเรียนรู้ การเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์เป็นไปได้หลายแบบได้แก่

1. การเชื่อมโยงกันในตัวของคณิตศาสตร์เอง
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

สรุปได้ว่า การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสาระอื่น และสามารถนำความรู้และทักษะจากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้เชื่อมโยงเหตุการณ์ เนื้อหาในบริบทต่าง ๆ และในชีวิตประจำวันได้

## 2. คณิตศาสตร์กับการเชื่อมโยง

เอ็ดเวิร์ดส์ (Edwards, 1998) กล่าวถึงวิธีการสร้างการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์อันจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมีความเข้าใจในเรื่องหรือหัวข้อคณิตศาสตร์ได้นั้นจะต้องประกอบด้วย

1. สื่อรูปธรรม เป็นการนำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาใช้ประกอบการเรียนการสอนสามารถสื่อให้เกิดการเรียนรู้ความเข้าใจและเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะการสอนระดับประถมศึกษาผู้สอนสามารถใช้สื่อได้หลายรูปแบบ เช่น ผลไม้ของเล่นของผู้เรียนเชื่อมโยงเรื่องการนับ การจำแนกรูปเรขาคณิต ฯลฯ ส่วนการสอนระดับที่สูงขึ้นสามารถใช้สื่อรูปธรรมเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ได้เช่นกัน เช่น การใช้เหรียญ ลูกเต๋า ไพ่ หรือ ลอตเตอรี่ เชื่อมโยงความรู้เรื่องกฎการนับ เศษส่วน และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ เป็นต้น
2. ภาษา เป็นการแสดงออกของการเรียนในกระบวนการเชื่อมโยงที่เกิดขึ้นซึ่งสามารถแสดงในการพูด การเขียน หรือการอภิปราย เช่น ในระดับประถมศึกษาผู้เรียนจะเรียนรู้จำนวนนับโดยการพูดนับสิ่งของเป็นหนึ่ง สอง สาม ... หลังจากนั้นจึงเชื่อมโยงไปสู่การเขียนจำนวนในรูป 1, 2, 3, ... เป็นต้น ผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้ภาษาในการซักถาม อธิบาย อภิปรายให้เห็นการเชื่อมโยงทั้งระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้
3. รูปภาพ การใช้รูปภาพเป็นตัวแทนสื่อให้เห็นพัฒนาการและการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือชีวิตจริงได้ การใช้รูปภาพจัดเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปเป็นสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือจากสิ่งที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรม เช่น การนำเสนอข้อมูลทางสถิติโดยใช้รูปคน 1 คน แทนจำนวนคน 100 คน การใช้รูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม แทนส่วนต่าง ๆ ในแปลนบ้าน เป็นต้น
4. สัญลักษณ์ การเขียนสัญลักษณ์เป็นกระบวนการสุดท้ายของการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นการแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ความเข้าใจของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน การเขียนสัญลักษณ์เป็นเสมือนการเขียนรหัสที่จะแสดงรูปทั่วไป เช่น การใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนสิ่งของหรือการนับหรือสัญลักษณ์  $a + b = b + a$  แทนการเขียนสมบัติการสลับที่ของการบวกจำนวนจริง เมื่อ  $a, b$  แทนจำนวนจริงใด ๆ

จากที่กล่าวข้างต้นพอสรุปได้ว่า วิธีการสร้างการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ อันจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมีความเข้าใจในเรื่องหรือหัวข้อคณิตศาสตร์ได้ สามารถใช้สื่อรูปธรรมเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ ผู้เรียนสามารถใช้ภาษาในการซักถาม อธิบาย อภิปรายให้เห็นการเชื่อมโยงทั้งระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ ใช้รูปภาพเป็นตัวแทนสื่อให้เห็นพัฒนาการและการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นหรือชีวิตจริงได้ และใช้สัญลักษณ์แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ความเข้าใจของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน

### 3. เกณฑ์การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ภาพประกอบ 3 เกณฑ์การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน:ระดับคุณภาพ	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3 : ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้ส่วนมาก
2 : พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
1 : ควรแก้ไข	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวันยังไม่เหมาะสม
0 : ควรปรับปรุง	ไม่มีเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน

ที่มา : กรมวิชาการ (2546)

### 4. การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การประเมินตามสภาพจริง การใช้แบบทดสอบ ซึ่งเครื่องมือทางการวัดผลแต่ละวิธีก็มีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกใช้เครื่องมือหรือวิธีในการวัดผลประเมินผลใน

แต่ละครั้งควรคำนึงถึงความเหมาะสม และจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือในการวัดผลประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ เอกสารหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีในการวัด ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบอัตนัยหรือแบบทดสอบความเรียง (Essay Test) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

#### 1. เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)

กู๊ดริช (Goodrich, 1997) กล่าวว่า รูบริก (Rubric) เป็นเครื่องมือการให้คะแนน ซึ่งจะแสดงเกณฑ์สำหรับชิ้นงานจะเป็นการเชื่อมต่อกัน ในการแบ่งลำดับของคุณลักษณะแต่ละเกณฑ์ จากดีมาจนถึงต้องปรับปรุงแก้ไขและกัตรีชยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของรูบริกไว้ดังนี้

1. รูบริกสามารถจะพัฒนาการปฏิบัติงานของนักเรียนคล้ายกับเป็นการกำกับติดตามโดยทำให้ความคาดหวังของครูมีความชัดเจนและเป็นการแสดงว่านักเรียนจะพบกับสิ่งใดที่คาดหวังได้อย่างไร ผลที่ได้จะเป็นการบอกการปรับปรุงแก้ไขของคุณลักษณะของงานนักเรียน และในการเรียนรู้

2. รูบริกสามารถช่วยตัดสินเกี่ยวกับคุณลักษณะงานของนักเรียนด้วยตนเอง และงานอื่น ๆ เมื่อรูบริกนำมาใช้ประเมินตนเองและกลุ่มจะทำให้เพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหา นั้น

3. รูบริกจะช่วยลดเวลาของครูที่ใช้ในการประเมินงานของนักเรียนได้

4. รูบริกใช้ง่ายและมีการอธิบายที่ชัดเจน

โรนิส (Ronis, 2000) กล่าวว่า รูบริก เป็นแนวทางการให้คะแนนผลงานหรือการปฏิบัติของนักเรียนรูบริกจะเป็นตัวแทนคุณลักษณะที่สังเกตได้จากผลงาน กระบวนการหรือการปฏิบัติรูบริกจะช่วยทำให้ระบบการให้คะแนนมีความง่ายในการเรียนรู้และนำไปใช้และปรับปรุงผลงานการปฏิบัติและโรนิสได้กล่าวว่า รูบริกจะเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้ครูตอบคำถามต่อไปนี้

1. เป้าหมายการปฏิบัติของนักเรียนคืออะไร

2. อะไรเป็นสิ่งที่นักเรียนต้องรู้อย่างแท้จริง โดยขึ้นอยู่กับเกณฑ์มาตรฐาน

3. อะไรจะเป็นหลักฐานประกอบความเข้าใจของนักเรียน

4. ผลงานจะต้องมีลักษณะอย่างไรบ้าง

5. อะไรเป็นสิ่งที่ผิดพลาดแสดงถึงคะแนนที่น้อยลง

กรมวิชาการ (2539) กล่าวถึง “รูบริก” (Rubrics) คือ แนวทางการให้คะแนน (Scoring Guide) ซึ่งจะต้องกำหนดมาตราวัด (Scale) และรายการคุณลักษณะที่บรรยายถึง



ความสามารถในการแสดงออกของแต่ละจุดในมาตรวัดไว้อย่างชัดเจน การให้คะแนนของรูบริกก็คือ การตอบคำถามว่านักเรียนทำอะไรได้สำเร็จหรือว่ามีระดับความสำเร็จในขั้นต่าง ๆ กัน หรือมีผลงาน เป็นอย่างไร

เสาวนีย์ เกรียร์ (2540) กล่าวว่า เป็นเครื่องมือในการให้คะแนนที่ประกอบด้วย ประเด็นต่าง ๆ ที่จะใช้พิจารณางานหนึ่งและคำอธิบายระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นประเมินซึ่ง อาจเรียงลำดับตั้งแต่ดีเลิศไปจนถึงต้องปรับปรุงหรือให้เป็นระดับตัวเลขตั้งแต่มากที่สุด ประเด็น ประเมินอาจกำหนดเพิ่มเติมได้หลายข้อคำอธิบายระดับคุณภาพควรอธิบายให้ชัดเจน กระชับที่สุด เป็นคำอธิบายที่สามารถบอกได้ว่าทำไมต้องดีเลิศ ดี ต้องปรับปรุง

สมศักดิ์ ภูวิภาตววรรณ (2544) ให้ความหมายของรูบริก (Rubrics) ว่าเป็นเครื่องมือในการให้คะแนน (Scoring Tool) ที่มีการระบุเกณฑ์ (Criteria) ประเมินชิ้นงานและ คุณภาพ (Quality) ของชิ้นงานในแต่ละเกณฑ์

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2547) กล่าวว่า กฎเกณฑ์การให้คะแนนคือ ชุดของแนวทางให้คะแนนผลการปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งสำหรับใช้ประเมินคุณภาพของการปฏิบัติของผู้เรียน แนวทางในการให้คะแนนอาจทำให้รูปของมาตราประมาณค่าหรือแบบตรวจสอบรายการ โดยปกติกฎเกณฑ์การให้คะแนนชุดหนึ่งสำหรับประเมินจุดหมายการเรียนรู้ข้อหนึ่งหรือส่วนหนึ่งของการปฏิบัติ ในกรณีที่มีการปฏิบัติมีความสลับซับซ้อนมากขึ้นจำเป็นต้องทำการประเมินหลาย ๆ จุดหมายการเรียนรู้หรือการปฏิบัติหลาย ๆ อย่าง ดังนั้นจึงต้องใช้กฎเกณฑ์การให้คะแนนหลายชุดในการประเมินการปฏิบัติจากหลาย ๆ จุดหมายการเรียนรู้ กฎเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละชุด ประกอบด้วยตัวเลขที่สะท้อนระดับคุณภาพของการปฏิบัติ เช่น 1 ถึง 4 เมื่อ 4 หมายถึง คุณภาพ ระดับสูงสุด, 3 หมายถึง คุณภาพระดับสูง, 2 หมายถึง คุณภาพระดับพอใช้ และ 1 หมายถึง คุณภาพ ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ

ซึ่งจากความหมายและคำกล่าวของนักวิชาการสรุปได้ว่า รูบริกมีประโยชน์หลาย ประการ ดังนี้

1. ช่วยพัฒนาผลงานของนักเรียนขณะเดียวกันก็เป็นเครื่องมือในการติดตาม พัฒนาผลงานของนักเรียนเองด้วยเพราะรูบริกบอกไว้ชัดเจนว่าครูคาดหวังอะไรและนักเรียนจะรู้ว่า จะก้าวไปถึงความคาดหวังนั้นได้อย่างไร
2. ช่วยให้นักเรียนหัดใช้ความคิดในการพิจารณาคุณภาพงานของตนเองและ ผู้อื่น จากการใช้รูบริกประเมินผลงานของตนเองและเพื่อนการฝึกให้ทำงานหลาย ๆ ครั้งจะช่วยให้ นักเรียนเป็นคนที่มีความรับผิดชอบต่องานตนเอง

3. ช่วยลดเวลาที่ครูต้องใช้สำหรับการประเมินผลงานนักเรียน เพราะหลังจากนักเรียนประเมินตนเองและให้นักเรียนประเมินโดยใช้รูบรีคแล้วครูมักพบว่าสิ่งที่ครูต้องปรับปรุงมีไม่มาก

4. ครูสามารถปรับรูบรีคให้เหมาะสมกับการประเมินผลงานนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ที่ต่างกันมาก

5. เป็นสิ่งที่ง่ายและอธิบายให้คนอื่นเข้าใจได้ง่าย เช่น การอธิบายให้ผู้ปกครองทราบ

## 2. วิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย

วิธีการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัยทำได้ 2 วิธี (Stenmark, 1991)

### 1. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point Method)

ใช้การวิเคราะห์ด้วยประเด็นที่มีลักษณะแตกต่างกันของคำตอบ

2. วิธีประเมินรวม (Holistic Method) เป็นวิธีที่ผู้ประเมินพิจารณาคำตอบโดยรวมมากกว่าตรวจสอบรายละเอียดปลีกย่อยเฉพาะ

นักวัดผลการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับวิธีการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบทั้ง 2 วิธีนี้ไว้ดังนี้

เมอร์เรน และเลห์แมน (Mehrens and Lehmannvin, 1969) ได้อธิบายถึงการตรวจให้คะแนนวิธีวิเคราะห์และวิธีประเมินรวมไว้ ดังนี้

### 1. วิธีการวิเคราะห์ (Analytical Method หรือ Point Method)

เป็นวิธีที่มีรูปแบบคำตอบประกอบด้วยประเด็นเฉพาะที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว คะแนนของนักเรียนที่ได้จะขึ้นอยู่กับจำนวนประเด็นที่เขาตอบรวมไปถึงส่วนอื่นๆ เช่น แสดงความคิดเห็นได้ชัดเจนการให้เหตุผลและการยกตัวอย่างสนับสนุนในประเด็นคำตอบ และการกำหนดคะแนนในแต่ละประเด็นจะขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการตอบความซับซ้อนของคำถามและเนื้อหาที่ครูสอน

2. วิธีประเมินรวม (Global Scoring หรือ Holistic หรือ Rating Method) วิธีนี้คำตอบจะไม่ถูกแบ่งเป็นส่วน ๆ เป็นประเด็นเฉพาะ แต่ผู้ตรวจจะอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วแล้วใช้ความประทับใจและใช้มาตรฐานบางอย่างกำหนดระดับของคำตอบ การตรวจคำตอบจะขึ้นอยู่กับระดับของการแบ่งอาจแบ่งข้อสอบเป็น 2 กลุ่ม คือ “กลุ่มที่ยอมรับได้” – กลุ่มที่ยอมรับไม่ได้” หรือ 5 กลุ่ม คือ “ดีมากจนถึงต่ำกว่ามาตรฐาน” โดยมากจะแบ่งประมาณ 4 หรือ 5 กลุ่ม สำหรับกรณีนี้แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ประกอบด้วย

2.1 คุณภาพดีมาก

2.2 คุณภาพดีกว่าปานกลาง

2.3 คุณภาพปานกลาง

## 2.4 คุณภาพต่ำกว่าปานกลาง

## 2.5 คุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน

ในการอ่านคำตอบอย่างรวดเร็วนั้น ผู้ตรวจจะกำหนดคุณภาพของคำตอบให้อยู่ 1 ใน 5 กลุ่มนี้ แต่ละคำตอบจะต้องอ่านอย่างน้อยที่สุด 2 ครั้ง เพื่อจัดอันดับคุณภาพ วิธีนี้จะไม่ลำบากและไม่เสียเวลามากไป จึงทำได้เร็วกว่าวิธีการวิเคราะห์ ซึ่งวิธีประเมินรวมจะมีประสิทธิภาพมากเมื่อแบบทดสอบมีจำนวนมาก

ข้อเสนอแนะสำหรับการตรวจให้คะแนนซึ่งเป็นข้อเสนอแนะเพื่อให้การตรวจให้คะแนนมีความเชื่อมั่นเพิ่มขึ้น

1. ตรวจให้คะแนนที่ให้ไปแล้วอีกครั้งกับระดับคะแนนที่กำหนดให้
2. พยายามให้การตรวจให้คะแนนคงที่สม่ำเสมอ
3. ตรวจให้คะแนนทีละคำถามให้ครบทุกคนก่อน
4. ตรวจให้คะแนนคำตอบโดยไม่บอกชื่อผู้ทำ
5. การพิจารณาต้องแยกกันระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับความสามารถในการเขียนของนักเรียน
6. พยายามให้คะแนนคำตอบทั้งหมดในแต่ละคำถามโดยไม่มี
7. ถ้าเป็นไปได้ควรมีผู้ตรวจ 2 คน ที่เป็นอิสระจากกัน ในการตรวจแบบทดสอบ 1 ฉบับและใช้ค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนสรุป
8. จัดให้มีข้อคิดเห็นและการแก้ไขข้อผิดพลาด
9. จัดชุดคำตอบมาตรฐานที่เป็นไปได้จริง

ส. วาสนา ประवालพุกข์ (2538) ได้เสนอวิธีการกำหนดระดับคะแนนทั้งแบบองค์ประกอบที่มีคะแนนเดียวสำหรับงานหรือข้อเขียนนั้นและแบบองค์ประกอบที่มีคะแนนหลายคะแนนสำหรับงานหรือข้อเขียนนั้น โดยเสนอวิธีการกำหนดเกณฑ์ 5 วิธี เพื่อใช้ในการตรวจให้คะแนนดังนี้

1. แยกประเด็นพิจารณาออกเป็นประเด็นย่อยแล้วทำเป็นตารางพิจารณาความถูกต้องในแต่ละประเด็น กำหนดระดับคะแนนตามจำนวนที่ปฏิบัติถูกต้องในประเด็นเหล่านั้น
2. กำหนดระดับความสมบูรณ์ตามเส้นแสดงความต่อเนื่องของความสามารถ (Continuous Ability)
3. กำหนดระดับความผิดพลาด พิจารณาความบกพร่องจากคำตอบว่ามีมากน้อยเท่าใดโดยจะหักจากระดับคะแนนสูงสุดลงมาทีละระดับ
4. กำหนดระดับการยอมรับและคำอธิบาย

## 5. ใช้หลักการจัดกลุ่มแบบอิงกลุ่ม

กรมวิชาการ (2551) กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนทั้ง 2 วิธีว่า

1. เกณฑ์การให้คะแนนเป็นภาพรวม หรือเกณฑ์รวม (Holistic Scoring Rubric) คือ เกณฑ์การให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่งโดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่ามีความเข้าใจในความคิดรวบยอด การสื่อความหมายกระบวนการที่ใช้และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงานหรือความสำเร็จของงานเป็นขั้น ๆ โดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0-4 หรือ 0-6 สำหรับในขั้นต้นการให้คะแนนรูบริค อาจแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพเป็น 3 กอง คือ

กองที่ 1 ได้แก่ งานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษและเขียนอธิบายลักษณะของงานที่มีคุณลักษณะเป็นพิเศษ

กองที่ 2 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้

กองที่ 3 ได้แก่ งานที่ยอมรับได้น้อยหรือยอมรับไม่ได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้น้อย

วิธีที่ 2 กำหนดตามระดับความผิดพลาด คือ พิจารณาความบกพร่องจากคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยจะหักจากระดับคะแนนสูงสุดลงมาทีละระดับ ดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง คำตอบถูก แสดงเหตุผลถูก แนวคิดชัดเจน

คะแนน 3 หมายถึง คำตอบถูกเหตุผลถูกแต่มีคำข้อผิดพลาดเล็กน้อย

คะแนน 2 หมายถึง เหตุผลหรือการคำนวณผิดพลาดแต่มีแนวทางที่จะนำไปสู่คำตอบ

คะแนน 1 หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อยแต่ไม่ได้คำตอบ

คะแนน 0 หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกเลย

วิธีที่ 3 กำหนดระดับการยอมรับและคำอธิบาย เช่น กฎเกณฑ์การให้คะแนนของความเข้าใจเนื้อหาสาระ เขียนได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง การสาริตหรือแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดรวมทั้งเสนอแนวคิดใหม่ que แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงกฎเกณฑ์หรือลักษณะของข้อมูล

3 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการ ความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน

1 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจในหลักการความคิดรวบยอดข้อเท็จจริงของงาน หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้น้อยมาก และเข้าใจไม่ถูกต้องบางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

ซึ่งทั้ง 3 วิธีดังกล่าวนี้พอที่จะสรุปได้ว่า มีส่วนที่เหมือนกันก็จะเป็นการตรวจให้คะแนนที่มองภาพรวมของผลงาน (ในที่นี้หมายถึง การตอบในกระดาษคำตอบของนักเรียน) แล้วแยกออกเป็นกอง ๆ ส่วนที่แตกต่างกันของทั้ง 3 วิธี ก็คือการแยกออกเป็นกอง ๆ นั้นใช้คุณสมบัติในการแยกต่างกัน กล่าวคือ

วิธีที่ 1 แยกโดยใช้คุณภาพของผลงานเป็นหลัก

วิธีที่ 2 แยกโดยใช้ความผิดพลาดของผลงานเป็นหลัก

วิธีที่ 3 แยกโดยใช้ความสามารถในการอธิบายหรือการแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจเป็นหลัก

2. เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบหรือเกณฑ์ย่อย (Analytic Scoring Rubric) เพื่อให้การมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนน และการอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปแล้วจะมีการแยกประกอบของงานเป็น 4 ด้าน คือ

1. ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในแก้ปัญหาที่ถามอย่างกระจ่างชัด

2. การสื่อความหมาย สื่อสาร คือ ความสามารถในการอธิบายนำเสนอ การบรรยาย เหตุผล แนวคิด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี มีความคิดสร้างสรรค์

3. การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีกระบวนการนำไปสู่ความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ความสำเร็จของงานความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงานหรืออธิบายที่มาและตรวจสอบผลงาน

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2547) กล่าวถึงการจัดทำกฎเกณฑ์การให้คะแนนอาจพิจารณาตามลักษณะงาน/กิจกรรม ได้เป็นสองรูปแบบ คือ (1) กฎเกณฑ์การให้คะแนนทั่วไปสำหรับใช้ประเมินงาน/กิจกรรมหลาย ๆ ชิ้น ที่อยู่ในกรอบเรื่องเดียวกัน และ (2) กฎเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะเป็นแนวทางการให้คะแนนทั่วไปที่เขียนให้เฉพาะเจาะจงกับการปฏิบัติของ งาน/กิจกรรมแต่ละชิ้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กฎเกณฑ์ทั่วไป (ใช้ได้หลายงาน / กิจกรรม)

4 แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะในสถานการณ์อย่างถูกต้องทั้งหมดและมีแนวคิดใหม่

3 แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะ  
ในสถานการณ์อย่างถูกต้องครบถ้วน

2 แสดงความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะ  
ในสถานการณ์ไม่ครบถ้วนและมีบางความคิดผิดพลาด

1 แสดงความคิดรวบยอดทั่วไปและข้อเท็จจริงเฉพาะในสถานการณ์ผิดพลาด  
ไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่

กฎเกณฑ์การให้คะแนนอาจพิจารณาตามเกณฑ์หรือองค์ประกอบเป็น  
สองลักษณะ คือ (1) เกณฑ์รวม (Holistic) และ (2) เกณฑ์ย่อย (Analytic) การให้คะแนนแบบเกณฑ์  
รวมเป็นการพิจารณาผลงานของผู้เรียนในภาพรวมว่ามีคุณภาพระดับใด ดังตัวอย่าง

กฎเกณฑ์การให้คะแนนรวม

ทักษะการแก้ปัญหา

4 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจน ใช้วิธีการสมเหตุสมผล  
มีการตรวจสอบคำตอบ แสดงวิธีทำชัดเจน มีคำบรรยายประกอบ

3 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจน ใช้วิธีการสมเหตุสมผล แสดงวิธีทำ

2 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำ ใช้วิธีการไม่เหมาะสมบางส่วน

1 แทน เขียนอธิบายงานที่ทำไม่ครบถ้วน ใช้วิธีการไม่เหมาะสม

ส่วนการให้คะแนนแบบเกณฑ์ย่อยเป็นการพิจารณาผลงานของผู้เรียนแยก  
เป็นด้าน ๆ ดังตัวอย่างกฎเกณฑ์การให้คะแนนเกณฑ์ย่อยทักษะการแก้ปัญหาแยกเป็นด้านความเข้าใจ  
ในงานกับคุณภาพของวิธีทำความเข้าใจในงาน

4 เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจนถูกต้อง ใช้วิธีการสมเหตุสมผลตรวจสอบ  
คำตอบถูก

3 เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจนถูกต้อง ใช้วิธีการสมเหตุสมผลตรวจสอบ  
คำตอบถูก เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจนถูกต้อง ใช้วิธีการสมเหตุสมผล ตรวจสอบคำตอบถูก

2 เขียนอธิบายงานที่ทำชัดเจนบางส่วนใช้วิธีการที่ขาดความสมเหตุสมผล

1 เขียนอธิบายงานที่ทำได้บางส่วน ส่วนใหญ่ไม่ชัดเจน

คุณภาพของวิธีทำ

4 แสดงวิธีทำถูกต้อง ชัดเจน มีคำบรรยายประกอบ มีต้นฉบับร่างแก้ไข

3 แสดงวิธีทำชัดเจนถูกต้องเป็นส่วนใหญ่มีคำบรรยายประกอบ

ไม่มีร่องรอยของการแก้ไขปรับปรุง

2 แสดงวิธีทำถูกต้องบางส่วน มีคำบรรยายประกอบแต่ไม่ชัดเจน

1 แสดงวิธีทำได้ไม่เหมาะสม ไม่ชัดเจน ส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง

จากเอกสารการประเมินผลทางคณิตศาสตร์ได้สรุปเกี่ยวกับรายละเอียดของกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบทั่วไป (General Rubric) ที่ใช้สำหรับคำถามปลายเปิด (Open-ended Question) ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2526) ได้กล่าวถึงข้อเสนอแนะในการตรวจให้คะแนนว่าไม่แนะนำให้ใช้วิธีใดตรวจให้คะแนนการตรวจที่จะช่วยเพิ่มความเชื่อถือได้ของคะแนนควรกระทำดังต่อไปนี้

1. ไม่ควรให้เด็กเขียนชื่อในกระดาษคำตอบ เพื่อป้องกันการให้คะแนนจากความรู้สึกประทับใจในเรื่องอื่น ๆ ของเด็ก ซึ่งเรียกว่า Halo Effect เช่น ให้คะแนนจากความคุ้นเคย ความสำนึกว่าเด็กมีความตั้งใจและขยันขันแข็ง เป็นต้น

2. ตรวจคำตอบทีละข้อ ไม่ควรตรวจทุกข้อของแต่ละคน เพราะจะก่อให้เกิด Halo Effect ได้เช่นกัน เช่น เห็นว่าข้อแรก ๆ ของเด็กได้คะแนนมาก ข้อต่อไปจึงให้คะแนนน้อย (ทั้งที่ตอบดี) หรือในทางตรงกันข้าม การตรวจคำถามข้อเดียวกันของทุก ๆ คน ให้เสร็จจะช่วยในแง่การเปรียบเทียบคุณภาพการตอบของเด็กทั้งกลุ่มได้ด้วย อีกทั้งช่วยให้การตรวจแต่ละข้อนั้น ๆ ของแต่ละคนยึดเกณฑ์ที่เหมือนกัน

3. ไม่ควรย้อนกลับไปดูคะแนนของเด็กจากข้อที่ตรวจแล้ว ในการตรวจข้อต่อ ๆ ไป ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้คะแนนจากข้ออื่น ๆ มีผลกระทบกับการให้คะแนนในข้ออื่น ๆ

4. ไม่ควรให้คะแนนโดยยึดความถูกต้องทางภาษาเป็นหลัก ถ้าหากไม่ได้มุ่งวัดความถูกต้องในการเขียนและการใช้ภาษา ความถูกต้องสละสลวยในการใช้ถ้อยสำนวนในการตอบไม่ควรมีอิทธิพลต่อการให้คะแนนมากหรือน้อย ผู้ตรวจควรพิจารณาเฉพาะเป้าหมายการตอบในแง่ของความสมบูรณ์ครบถ้วนของเนื้อหาหรือความสมเหตุสมผลของความคิดเป็นหลักในการให้คะแนน

5. ถ้าเป็นไปได้ควรให้คนอื่นช่วยตรวจสอบผลการตรวจให้คะแนนทั้งนี้เพื่อให้คนอื่นได้ประเมินความเหมาะสมในการให้คะแนนของเรา ตามหลักการที่ถูกต้องนั้นคะแนนที่เด็กได้ควรเป็นคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากผู้ตรวจให้คะแนนหลาย ๆ คน ซึ่งคงเป็นเรื่องยากในเชิงปฏิบัติ แต่อย่างไรก็ตามถ้าไม่อาจปฏิบัติได้ อย่างน้อยผู้ตรวจควรได้ทบทวนความเหมาะสมในการตรวจให้คะแนนของตนอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำคะแนนเหล่านั้นไปใช้

6. ควรเขียนข้อวิจารณ์ ข้อท้วงติง (Comments) ลงบนคำตอบเพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนหรืออย่างน้อยให้เป็นหลักฐานว่า ทำไม่จึงให้คะแนนเท่านี้สำหรับคำตอบของเด็กคนนี้

7. การตรวจให้คะแนนต้องกระทำอย่างตั้งใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนและต้องอ่านคำตอบของเด็กอย่างถี่ถ้วน เมื่อใดที่ผู้ตรวจขาดหลักเกณฑ์การให้คะแนน หรือไม่ได้อ่านคำตอบอย่างตั้งใจ คะแนนที่ให้กับเด็กมักออกมาในรูปกลาง ๆ ซึ่งเป็นไปตามหลักของ Central Tendency Error ซึ่งเป็นไปในลักษณะที่ว่า “เมื่อไม่แน่ใจก็ให้คะแนนกลาง ๆ ไว้ก่อน”

ซึ่งแน่นอนคะแนนที่ได้จากการสอบวัดนั้นจะมีความเชื่อมั่นต่ำลง

จากข้อความข้างต้นพอสรุปได้ว่า ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยข้อคำถามอยู่ในรูปสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการตรวจโดยใช้กฎเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) โดยวิธีวิเคราะห์ (Analytical Method) ซึ่งการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบแต่ละข้อ จะตรวจให้คะแนนเฉพาะ (Specific Rubric) ซึ่งมีการกำหนดคะแนนเป็นส่วนย่อย ๆ

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### งานวิจัยในประเทศ

นัยนา บุญสมร (2550) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรมจีเอสพี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มีคะแนนจากแบบทดสอบด้วยรูปแบบทางด้านตรงข้ามลูกบาศก์ และจากแบบทดสอบด้วยรูปแบบหมุนภาพไม่แตกต่างกันแต่นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรมจีเอสพี (The Geometer's Sketchpad: GSP) คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากแบบทดสอบด้วยรูปแบบซ้อนภาพสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัญชนก กามะพร (2553) ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การสอนแบบ SSCS และการสอนแบบ KWDL เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยแผนการจัดกิจกรรมการสอนทั้งสองรูปแบบช่วยพัฒนาความเข้าใจในการเรียนให้กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนรารทองพิทยาคม อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบ SSCS และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบ KWDL มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กฤษดา นรินทร์ (2555) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริง กับนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติและศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง



ภาคตัดกรวย ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียนและศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านการตระหนักเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงของกลุ่มทดลองหลังเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษาศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้านการตระหนักเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ต่อชีวิตจริงของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิกานต์ พงษ์พัฒน์ (2555) ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 1 ห้อง คือ ม.5/1 จำนวน 32 คน โรงเรียนนาคำราษฎร์รังสรวรค์ อำเภอสว่างนคราม จังหวัดนครพนม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุธีรา แก้วบุญเรือง (2555) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP กับการสอนปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP มีความพึงพอใจต่อการเรียน

ยุพิน พลเรือง (2557) ได้ทำการวิจัยพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงผลการวิจัย พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 84.74/83.58 และ 81.20/79.11 ตามลำดับ ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง

ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงและแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องภาคตัดกรวย มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7476 คิดเป็นร้อยละ 74.76 และ 0.6903 คิดเป็นร้อยละ 69.03 ตามลำดับ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### งานวิจัยต่างประเทศ

Barbato (2000) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 10 ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้กับวิธีสอนแบบสืบเสาะ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกัน

Lawson and Chinnappa (2001) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต ศึกษาตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและคุณภาพระบบความรู้ของนักเรียนจากนักเรียน 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนรู้ได้อย่างมีแบบแผน มีระบบมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและมีระบบความคิดของการเชื่อมโยงความรู้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตที่นำไปสู่ความสำเร็จได้มากกว่า

Kyle, McIntyre and Moor (2001) ได้พัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยใช้วิธีเข้าไปเยี่ยมครอบครัวของนักเรียนใช้การพูดคุยแบบไม่เป็นทางการและการสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง หลังจากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลและจัดรูปแบบของสิ่งที่นักเรียนสนใจและทักษะการปฏิบัติของแต่ละครอบครัวซึ่งบางอย่างเกี่ยวกับขั้นตอนการทำการเกษตร การเลี้ยงสัตว์ การฝีมือ การดูทีวี และการทำอาหาร หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาพัฒนาเป็นปัญหาที่หลากหลายและมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายขั้นตอนแล้วนำมาให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผู้ปกครองของนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้นจากที่เคยคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องยากและช่วยให้ผู้สอนสามารถนำความรู้ที่บ้านของนักเรียนมาช่วยส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น นอกจากนี้แล้วโคล์และคณะยังเชื่อว่าการให้นักเรียนได้ทำงานที่มีความหมายการให้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการส่งเสริมความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนและนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมอย่างสุดความสามารถถ้าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นได้เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของพวกเขา ความรู้และทักษะที่ครอบครัวเขาสนใจ

Gaeddert (2001) ได้เปรียบเทียบผลการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และแบบปกติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากนั้นได้สำรวจความคิดเห็นจากผู้สอน นักเรียน และผู้ปกครองอีกครั้ง พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นสรุปได้ว่า



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. วิธีการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดการกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคามสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 33 คน เป็นนักเรียนชาย 10 คน นักเรียนหญิง 23 คน ที่ได้เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 70 จำนวน 26 คน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกแก้ปัญหาแก่นักเรียนทุกคนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในต่ำกว่าเกณฑ์ให้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนปรากฏดังตาราง 1

พูน ปณ ทิโต ชิว

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4/6

เลขที่	คะแนน (24)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 70	เลขที่	คะแนน (24)	เทียบเกณฑ์ ร้อยละ 70
1	4	ไม่ผ่าน	18	2	ไม่ผ่าน
2	16	ไม่ผ่าน	19	16	ไม่ผ่าน
3	15	ไม่ผ่าน	20	13	ไม่ผ่าน
4	22	ผ่าน	21	16	ไม่ผ่าน
5	18	ผ่าน	22	21	ผ่าน
6	19	ผ่าน	23	3	ไม่ผ่าน
7	14	ไม่ผ่าน	24	11	ไม่ผ่าน
8	17	ผ่าน	25	5	ไม่ผ่าน
9	14	ไม่ผ่าน	26	14	ไม่ผ่าน
10	17	ผ่าน	27	14	ไม่ผ่าน
11	16	ไม่ผ่าน	28	9	ไม่ผ่าน
12	16	ไม่ผ่าน	29	15	ไม่ผ่าน
13	14	ไม่ผ่าน	30	6	ไม่ผ่าน
14	19	ผ่าน	31	13	ไม่ผ่าน
15	12	ไม่ผ่าน	32	15	ไม่ผ่าน
16	9	ไม่ผ่าน	33	6	ไม่ผ่าน
17	14	ไม่ผ่าน			

จากตาราง 1 พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีจำนวนทั้งสิ้น 26 คน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

## เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีทั้งหมด 3 ชนิดประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผนการเรียนรู้
2. แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยทั้งหมดจำนวน 3 ชุด ชุดละ 5 ข้อ
3. แบบสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์นักเรียนรายบุคคลที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ หลังสิ้นสุดการปฏิบัติการในแต่ละวงรอบ

## การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการสอนประกอบด้วย แผนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยมีวิธีการสร้าง ดังนี้
  - 1.1 ศึกษาหลักสูตรมาตรฐานแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนผดุงนารี สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ งานวิจัยและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
  - 1.2 วิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาในการวิจัย เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 3 หน่วย ดังนี้
    - หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน
    - หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
    - หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์
  - 1.3 แบ่งเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ประกอบด้วยเนื้อหา ดังต่อไปนี้
    - 1.3.1 เรขาคณิตวิเคราะห์เบื้องต้น ใช้เวลา 7 ชั่วโมง
    - 1.3.2 วงกลม ใช้เวลา 3 ชั่วโมง
    - 1.3.3 พาราโบลา ใช้เวลา 4 ชั่วโมง
    - 1.3.4 วงรี ใช้เวลา 4 ชั่วโมง
    - 1.3.5 ไฮเพอร์โบลา ใช้เวลา 5 ชั่วโมง

## 1.3.6 การเลื่อนกราฟ ใช้เวลา 5 ชั่วโมง

1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงที่สอน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ตามวงจรปฏิบัติการ จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 2

ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่าง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์

วงจรปฏิบัติที่	แผนการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	หาระยะทางระหว่างจุดสองจุด จุดกึ่งกลางระหว่างระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดได้	<p>ทฤษฎีบท 1 ถ้า <math>P_1(x_1, y_1)</math> และ <math>P_2(x_2, y_2)</math> เป็นจุดในระนาบ ระยะทางระหว่างจุด <math>P_1</math> และ <math>P_2</math> เท่ากับ</p> $PP_{12} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$	<p>ระยะทางระหว่างจุดสองจุด และจุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุดสามารถใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสหาได้</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>นักเรียนสามารถหาระยะทางระหว่างจุดสองจุดที่กำหนดให้ได้ (K)</li> <li>นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และสื่อความหมายได้ถูกต้อง (P)</li> <li>นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ ได้ (P)</li> <li>นักเรียนมีความรับผิดชอบและมีความตรงต่อเวลา (A)</li> </ol>	1

ตาราง 2 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติที่	แผนการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	2	หาระยะทางระหว่างจุดสองจุด จุดกึ่งกลาง ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดได้	ทฤษฎีบท 2 ถ้า $P(x,y)$ เป็นจุดกึ่งกลางระหว่างจุด $P_1(x_1,y_1)$ และ $P_2(x_2,y_2)$ แล้ว $x = \frac{x_1+x_2}{2}$ และ $y = \frac{y_1+y_2}{2}$	การหาจุดกึ่งกลางของเส้นตรงที่เกิดจากการแบ่งระยะทางออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน	1. นักเรียนสามารถหาจุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุดได้ (K) 2. นักเรียนสามารถคิดคำนวณ และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ (P) 3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้ (P) 4. นักเรียนมีความรับผิดชอบและมี ความสนใจใฝ่รู้ (A)	1
1	3	หาระยะทางระหว่างจุดสองจุด จุดกึ่งกลาง ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดได้	บทนิยาม กำหนดให้ $l$ เป็นเส้นตรงที่ผ่านจุด $P_1(x_1, y_1)$ และ $P_2(x_2, y_2)$ โดยที่ $x_1 \neq x_2$ และ $m$ เป็นความชันของเส้นตรง $l$ ก็ต่อเมื่อ $m = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$	ความชันของเส้นตรงเกิดจาก อัตราการเปลี่ยนแปลงของ $y$ หารด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลงของ $x$	1. นักเรียนสามารถหาความชันและอธิบายลักษณะของกราฟเส้นตรงเมื่อกำหนดความชันได้ (K) 2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาหาความชันของเส้นตรงได้ (P)	1



ตาราง 2 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติที่	แผนการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
					<p>3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้ (P)</p> <p>4. นักเรียนมีความตรงต่อเวลาและมีความกระตือรือร้นต่อการเรียน (A)</p>	
2	4	หาระยะทางระหว่างจุดสองจุด และหาจุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง หาความชันของเส้นตรง และใช้ความชันในการอธิบายเกี่ยวกับเส้นขนานและเส้นตั้งฉากได้	ทฤษฎีบท 3 เส้นตรงสองเส้นที่ไม่ขนานกับแกน $y$ จะขนานกัน ก็ต่อเมื่อ ความชันของเส้นตรงทั้งสองเท่ากัน	เส้นตรงสองเส้นที่ไม่ขนานกับแกน $Y$ จะขนานกันก็ต่อเมื่อ ความชันของเส้นตรงทั้งสองเท่ากัน แต่ถ้าเส้นตรงสองเส้นมีความชันเท่ากัน และมีจุดรวมเดียวกัน อยู่หนึ่งจุดจะได้ว่า เส้นตรงทั้งสองเส้นเป็นเส้นตรงเดียวกัน	<p>1. นักเรียนสามารถหาเส้นขนานได้ (K)</p> <p>2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยเขียนวิธีการพิจารณาเส้นตรงที่กำหนดให้ขนานกันหรือไม่ขนานกันได้ (P)</p> <p>3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้ (P)</p> <p>4. นักเรียนมีความรับผิดชอบและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน (A)</p>	1

ตาราง 2 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติที่	แผนการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	5	หาระยะทางระหว่างจุดสองจุด และหาจุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง หาความชันของเส้นตรง และใช้ความชันในการอธิบายเกี่ยวกับเส้นขนานและเส้นตั้งฉากได้	ทฤษฎีบท 4 เส้นตรงสองเส้นที่ไม่ขนานกับแกน $y$ จะตั้งฉากกัน ก็ต่อเมื่อ ผลคูณของความชันของเส้นตรงทั้งสองเส้นเท่ากับ $-1$	เส้นตรงสองเส้นที่ไม่ขนานกับแกน $Y$ จะตั้งฉากกันก็ต่อเมื่อผลคูณของความชันของเส้นตรงทั้งสองเส้นตรงทั้งเส้นตรงทั้งสองเส้นเท่ากับ $-1$	1. นักเรียนสามารถหาความชันของเส้นตั้งฉากได้ (K) 2. นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยเขียนผลคูณของความชันของเส้นตรงทั้งสองเท่ากับ $-1$ ได้ (P) 3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้ (P) 4. นักเรียนมีความสนใจในการเรียนและตรงต่อเวลา (A)	1
2	6	เขียนกราฟและหาสมการเส้นตรงหา ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดและ ระยะห่างระหว่างเส้นคู่ขนาน	1) ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรงที่ขนานกับแกน $X$ คือ $\{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}   y = b\}$ โดยที่ $b$ เป็นจำนวนจริงบวก แล้วเส้นตรง $\ell$ จะอยู่เหนือแกน $X$	ความสัมพันธ์ $\{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}   y - y_1 = m(x - x_1)\}$ ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรงที่มี	1. นักเรียนสามารถแสดงความสัมพันธ์ของกราฟเส้นตรงได้ (K) 2. นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์จากสมการเส้นตรงได้ (P)	

ตาราง 2 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติที่	แผนการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			<p>และห่างจากแกน <math>X</math> เป็นระยะ <math>b</math> หน่วย</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ้า <math>b = 0</math> แล้วเส้นตรง <math>l</math> จะทับแกน <math>X</math></li> <li>- ถ้า <math>b</math> เป็นจำนวนจริงลบ แล้วเส้นตรง <math>l</math> จะอยู่ใต้แกน <math>X</math> และห่างจากแกน <math>X</math> เป็นระยะ <math> b </math> หน่วย</li> </ul> <p>2) ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรงที่ขนานกับแกน <math>Y</math> คือ <math>\{(x,y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}   x = a\}</math> โดยที่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ้า <math>a</math> เป็นจำนวนจริงบวก แล้วเส้นตรง <math>l</math> จะอยู่ทางขวาของแกน <math>Y</math> และห่างจากแกน <math>Y</math> เป็นระยะ <math>a</math> หน่วย</li> <li>- ถ้า <math>a = 0</math> แล้วเส้นตรง <math>l</math> จะทับแกน <math>Y</math></li> <li>- ถ้า <math>a</math> เป็นจำนวนจริงลบ แล้วเส้นตรง <math>l</math> จะอยู่ทางซ้ายของแกน</li> </ul>	<p>ความชัน <math>m</math> และผ่านจุด <math>(x_1, y_1)</math> นิยมเขียนความสัมพันธ์นี้เฉพาะสมการที่มีเงื่อนไข ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง <math>x</math> กับ <math>y</math> และเรียกสมการนั้นว่า สมการเส้นตรง นั่นคือเขียนความสัมพันธ์ข้างต้นเฉพาะสมการ <math>y - y_1 = m(x - x_1)</math> หรือจัดรูป</p>	<p>3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้ (P)</p> <p>4. นักเรียนมีระเบียบวินัยและมีความกล้าแสดงออก (A)</p>	

ตาราง 2 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติที่	แผนการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			<p><b>Y</b> และห่างจากแกน <b>Y</b> เป็นระยะ <b> a </b> หน่วย</p> <p>3) ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรงที่ไม่ขนานแกน <b>X</b> และไม่ขนานกับแกน <b>Y</b> คือ <math>\{(x,y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}   y - y_1 = m(x - x_1)\}</math> โดยที่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ้าเส้นตรง <math>\ell</math> ที่ไม่ขนานแกน <b>X</b> และไม่ขนานกับแกน <b>Y</b> มีความชัน <b>m</b> และผ่านจุด <math>(x_1, y_1)</math></li> </ul>	ใหม่ให้ได้ เป็น $y = mx + c$ เมื่อ <b>C</b> เป็นค่าคงตัว		
2	7	หาระยะทางระหว่างจุดสองจุด และหาจุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง หาความชันของเส้นตรง และใช้ความชันในการอธิบาย	<p>ทฤษฎีบท 5 หาระยะทางระหว่างเส้นตรง <math>Ax + By + C = 0</math> กับจุด <math>P(x_1, y_1)</math> เท่ากับ <math>\frac{ Ax_1 + By_1 + C }{\sqrt{A^2 + B^2}}</math></p> <p>ทฤษฎีบท 6 หาระยะทางระหว่างเส้นตรง <math>Ax + By + C_1 = 0</math> และเส้นตรง <math>Ax + By + C_2 = 0</math> เท่ากับ <math>\frac{ C_1 - C_2 }{\sqrt{A^2 + B^2}}</math></p>	1) ระยะห่างระหว่างเส้นตรง $Ax + By + C = 0$ กับจุด $(x_1, y_1)$	<p>1. นักเรียนสามารถหาระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดและระยะห่างระหว่างเส้นตรงสองเส้นที่ขนานกันได้ (K)</p> <p>2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยแสดงวิธีทำหาระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดและระยะห่างระหว่างเส้นตรงสองเส้นที่ขนานกันได้ (P)</p>	

ตาราง 2 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติที่	แผนการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		เกี่ยวกับเส้นขนานและเส้นตั้งฉากได้		2) ระยะห่างระหว่างเส้นตรง $Ax + By + C_1 = 0$ และเส้นตรง $Ax + By + C_2 = 0$	3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้ (P) 4. นักเรียนมีความตรงต่อเวลาและมี ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับ (A)	
3	8	เขียนกราฟและหาสมการวงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา	ภาคตัดกรวย หมายถึงเส้นโค้งซึ่งได้แก่ วงกลม พาราโบลา วงรี และไฮเพอร์โบลา ที่เกิดจากการนำระนาบไปตัดกรวยกลมตรงวงกลม (Circle) คือเซตของจุดทั้งหมดในระนาบที่ห่างจากจุดๆ หนึ่งที่ตรงอยู่กัเป็นที่ป็นระยะคงตัว จุดที่ตรงอยู่กัที่นี้เรียกว่าจุดศูนย์กลาง (Center) ของวงกลม และส่วนของเส้นตรงที่มีจุดศูนย์กลางและจุด	วงกลม (Circle) คือเซตของจุดทั้งหมดในระนาบที่ห่างจากจุดๆ หนึ่งที่ตรงอยู่กัที่เป็นระยะคงตัว จุดที่ตรงอยู่กัที่นี้เรียกว่าจุดศูนย์กลาง (Center)	1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของภาคตัดกรวยได้ (K) 2. นักเรียนสามารถหาส่วนประกอบต่างๆ ของวงกลมให้สอดคล้องกับบทนิยามของวงกลมได้ (K) 3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้ (P)	1

ตาราง 2 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติที่	แผนการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			บนวงกลมเป็นจุดปลายเรียกว่า รัศมี (radius) ของวงกลม	ของวงกลม และส่วนของเส้นตรงที่มีจุดศูนย์กลางและจุดบนวงกลมเป็นจุดปลายเรียกว่า รัศมี (radius) ของวงกลม	4. นักเรียนมีความรับผิดชอบและมีความตรงต่อเวลา (A)	
3	9	เขียนกราฟและหาสมการวงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา	วงกลม, จุดกำเนิด, รัศมี, วงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(h, k)$	วงกลม (Circle) คือ เซตของจุดทั้งหมดในระนาบที่ห่างจากจุดๆ หนึ่งที่ตรงอยู่ กับที่เป็นระยะคงตัว จุดที่ตรงอยู่ กับที่นี้ เรียกว่า จุดศูนย์กลาง (Center) ของวงกลม และส่วนของเส้นตรงที่มี	1. นักเรียนสามารถหาสมการวงกลมในรูปแบบมาตรฐานได้ (K) 2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหารูปแบบมาตรฐานของสมการวงกลมทางคณิตศาสตร์ได้ (P) 3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้ (P)	1

ตาราง 2 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติที่	แผนการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
				จุดศูนย์กลางและจุดบนวงกลมเป็นจุดปลายเรียกว่า รัศมี (radius) ของวงกลม สมการของวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ $(h, k)$ และรัศมียาว $r$ หน่วย คือ $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$ เรียกสมการนี้ว่า รูปแบบมาตรฐานของสมการของวงกลม	4. นักเรียนมีความรับผิดชอบและมีความตรงต่อเวลา (A)	
3	10	เขียนกราฟและหาสมการวงกลม วงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา	วงกลมหนึ่งหน่วย, รูปแบบทั่วไปของสมการวงกลมโดยใช้วิธีกำลังสองสมบูรณ์	ความสัมพันธ์ระหว่าง $x$ กับ $y$ ที่มีสมการอยู่ในรูป $x^2 + y^2 = r^2$ ซึ่งมีกราฟเป็น	1. นักเรียนสามารถหาสมการวงกลมในรูปแบบทั่วไปได้ (K) 2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหารูปแบบทั่วไปของสมการวงกลมทาง	

ตาราง 2 (ต่อ)

วงจรปฏิบัติที่	แผนการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
				<p>วงกลมที่มีจุดและรัศมียาว <math>r</math> หน่วย</p> <p>เรียกสมการนี้ว่า สมการของ ศูนย์กลางอยู่ที่ <math>(0,0)</math></p> <p>วงกลมและในกรณีที่ สมการ <math>x^2 + y^2 + Dx + Ey + F = 0</math> มีกราฟเป็นวงกลม เรียกสมการนี้ว่า รูปแบบทั่วไปของสมการวงกลม และสามารถเขียนสมการใหม่ให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานได้โดยใช้วิธีกำลังสองสมบูรณ์ จุดศูนย์กลางคือ <math>(-\frac{D}{2}, -\frac{E}{2})</math></p>	<p>คณิตศาสตร์ได้ (P)</p> <p>3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้ (P)</p> <p>4. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในห้องเรียน และมีความสนใจต่อ</p>	1



1.5 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบ และผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้ว พร้อมแบบ ประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ ความเที่ยงตรงเชิง เนื้อหาและประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน โดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนในช่องที่ตรงความ คิดเห็นของท่านมากที่สุด ซึ่งมีระดับคุณภาพ 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

โดยมีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน รองศาสตราจารย์ ขวลิขิต ชูกำแพง ปร.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา นางสาวณิต ทัพโยธา ศษ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ นายสงวนศักดิ์ โกสินันท์ ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี

1.7 เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญหา ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) 5 ระดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2555)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

นำผลการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ไปเปรียบเทียบเกณฑ์ ซึ่งค่าเฉลี่ยคะแนนผู้เชี่ยวชาญประเมินอยู่ระหว่าง 3.75–4.67 และมีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ถือว่าเป็นแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขโดยแผนที่ 1-3 ปรับเรื่องด้านกิจกรรมให้มีความสอดคล้องภายในวิชาและระหว่างวิชาของนักเรียนให้มากขึ้น โดยเริ่มหาโจทย์จากง่ายไปหายากให้นักเรียนทำ ในแผนที่ 4-7 เรื่องด้านกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนให้มากขึ้น ในแผนที่ 8–10 ปรับเรื่องกิจกรรมการสอนให้นักเรียนเห็นภาพหรือเข้าใจได้มากขึ้น โดยอาจจะเพิ่มสื่อการสอนที่มีภาพประกอบเข้ามาให้สอดคล้องกับความเหมาะสมของสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ง่ายในชีวิตประจำวัน แล้วไปเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบว่านำมาปรับปรุงแก้ไขแล้ว และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. แบบทดสอบวัดความสามารถการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังต่อไปนี้

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

2.1.2 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบจากการวัดและการประเมินผลการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเครื่องมือที่มีผู้สร้างไว้แล้ว

2.1.3 กำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการให้สอดคล้องกับคุณลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ตาราง 3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้จริง

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้จริง
1. มีการเชื่อมโยงเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์	6	3
2. มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นๆ	2	1
3. มีการเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน	2	1
รวม	10	5

2.1.4 การวัดระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อ  
โดยใช้เกณฑ์การวัด ดังนี้

ตาราง 4 เกณฑ์การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน:ระดับคุณภาพ	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่น/ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3 : ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่น/ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้ส่วนมาก
2 : พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่น/ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
1 : ควรแก้ไข	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่น/ในชีวิตประจำวันยังไม่เหมาะสม
0 : ควรปรับปรุง	ไม่มีเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่น/ในชีวิตประจำวัน

จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์ผลโดยการหาคะแนนเฉลี่ย เพื่อหาระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ที่ได้จากการปรับปรุงการตัดสินผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา (2545) ดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

อยู่ในระดับ ดีมาก

คะแนน 3 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

อยู่ในระดับ ดี

คะแนน 2 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

อยู่ในระดับ พอใช้

คะแนน 1 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

อยู่ในระดับ ควรแก้ไข

คะแนน 0 หมายถึง นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ  
ควรปรับปรุง

2.1.5 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้  
ครอบคลุมเนื้อหาโดยมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

2.1.6 นำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความถูกต้อง  
เหมาะสม แก้ไข ปรับปรุง โดยสร้างคำถามให้กระชับและครอบคลุมกับเนื้อหา ให้มีความสอดคล้องกับ  
ชีวิตประจำวัน

2.1.7 สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

2.1.8 นำแบบทดสอบพร้อมแบบประเมิน เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความ  
สอดคล้อง โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

โดยมีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต  
ชูกำแพง ปร.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา นางเสาวณิต  
ทัพโยธา ศษ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้  
คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ นายสงวนศักดิ์ โกสินันท์  
ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
โรงเรียนผดุงนารี

2.1.9 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อ  
คำถามกับคุณลักษณะที่ต้องการวัดเป็นรายชื่อ (IOC) ถัดเกณฑ์ความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50–1.00  
(อรนุช ศรีสะอาด, สมบัติ ท้ายเรือคำ และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2550) จากผลการวิเคราะห์  
ค่าความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง  
3 ท่าน พบว่า แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.67–1.00  
ซึ่งเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

2.1.10 นำข้อสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ  
ปรับความเหมาะสมของคำถามโดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย สั้น และกระชับมากขึ้น

2.1.11 เลือกข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบไปใช้ในการวิจัย จำนวน 5 ข้อ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

### 3. แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์จะนำไปพัฒนาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งแบบสัมภาษณ์มีลักษณะปลายเปิด เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในเรื่องที่สัมภาษณ์

#### 3.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์

#### 3.2 ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์

#### 3.3 กำหนดขอบข่ายคำถามที่จะสัมภาษณ์ในหัวข้อต่อไปนี้

3.3.1 คำถามเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีคะแนนในระดับต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

#### 3.3.2 คำถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และครูผู้สอน

#### 3.4 สร้างแบบสัมภาษณ์มีลักษณะเป็นแบบกึ่งโครงสร้างตามขอบข่ายของคำถามที่กำหนด

ที่กำหนด

3.5 นำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม แก้ไข ปรับปรุง โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ปรับแก้ลักษณะคำถามให้มีความสอดคล้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

#### 3.6 สร้างแบบประเมินความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

#### 3.7 นำแบบทดสอบพร้อมแบบประเมิน เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้อง โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

โดยมีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแหง ปร.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา นางสาวณิต ทัพโยธา ศษ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ นายสงวนศักดิ์ โกสินันท์  
ศษ.ม. (การบริหารการศึกษา) ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
โรงเรียนผดุงนารี

3.8 นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อ  
คำถามกับคุณลักษณะที่ต้องการวัดเป็นรายข้อ (IOC) ถ้อยเกณฑความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50–1.00  
(อรนุช ศรีสะอาด, สมบัติ ท้ายเรือคำ และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, 2550) จากผลการวิเคราะห์ค่าความ  
สอดคล้องของแบบสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า แบบสัมภาษณ์ มีดัชนีความสอดคล้อง  
เท่ากับ 0.9

3.9 นำแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงโดยปรับปรุงข้อคำถามให้ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย  
และเป็นคำถามในลักษณะที่ไม่เป็นทางการ แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือใน  
การวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

### วิธีการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นไปเพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง  
เรขาคณิตวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน  
ดังนี้

1. ทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนจำนวน 6 ข้อ  
เพื่อทดสอบความรู้พื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างก่อนดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้
2. ดำเนินตามวงจรปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้  
วงจรที่ 1 เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทาง  
คณิตศาสตร์

#### ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan)

2.1 สืบเสาะหาปัญหาที่ต้องการแก้ไข ปรัชญาผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง  
เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งออกแบบเครื่องมือ

2.2 ศึกษาหลักสูตรมาตรฐานแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551  
(ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนผดุงนารี เนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเครื่องมือที่จะใช้  
ในการวิจัย

2.3 ผู้วิจัยนำเครื่องมือในการวิจัยที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบมาใช้โดยผู้วิจัยได้แบ่งแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 ดังนี้ ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์

วงจรปฏิบัติการที่ 1 แบ่งออกเป็น 3 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 2 แบ่งออกเป็น 4 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 3 แบ่งออกเป็น 3 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อรับคำปรึกษาพร้อมแก้ไขโดยปรับปรุงให้มีกิจกรรมที่เชื่อมโยงคณิตศาสตร์ระหว่างวิชาอื่น ๆ กับชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น

2.5 นำเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องและความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนการสอนตลอดจนการใช้ภาษาที่ถูกต้อง

2.6 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือตามคำแนะนำให้ถูกต้องเหมาะสม ปรับปรุงแก้ไขโดยแผนที่ 1-3 ปรับเรื่องด้านกิจกรรมให้มีความสอดคล้องภายในวิชาและระหว่างวิชาของนักเรียนให้มากขึ้น โดยเริ่มหาโจทย์จากง่ายไปหายากให้นักเรียนทำในแผนที่ 4-7 เรื่องด้านกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนให้มากขึ้น ในแผนที่ 8-10 ปรับเรื่องกิจกรรมการสอนให้นักเรียนเห็นภาพหรือเข้าใจได้มากขึ้น โดยอาจจะเพิ่มสื่อการสอนที่มีภาพประกอบเข้ามาให้สอดคล้องกับความเหมาะสมของ และเครื่องมือปรับความเหมาะสมของคำถามโดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย สั้น และกระชับมากขึ้น

#### ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act)

2.7 ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการวงจรที่ 1-3 จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 10 ชั่วโมง เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์

#### ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์ (Observe)

2.8 สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแล้วบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนลงในแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในแผนการจัดการเรียนการสอน

#### ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

2.9 การนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมจากแบบบันทึกพฤติกรรมในแผน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ในการวิเคราะห์ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการในครั้งต่อไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ตาราง 5 แสดง Action Plan ของวิจัยเชิงปฏิบัติการ

วงรอบ ที่	ความมุ่ง หมาย	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การเก็บรวบรวม ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
1	เพื่อพัฒนา ความสามารถ ในการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการ จัดการเรียน การสอนแบบ สืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ ให้คะแนน ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70	นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โรงเรียน ผดุงนารี ภาค เรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2561 จำนวน นักเรียน 26 คน ที่ได้เลือก แบบเจาะจง (Purposive Sampling)	1. แผนการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต วิเคราะห์ ของ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 2. แบบวัด ความสามารถในการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ เป็นแบบทดสอบ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ 3. แบบสัมภาษณ์ นักเรียน ซึ่งเป็นแบบ สัมภาษณ์นักเรียน รายบุคคลที่มีต่อการ จัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ หลังสิ้นสุดการ ปฏิบัติการในแต่ละ วงรอบ	1. ทดสอบวัด ความสามารถใน การเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ก่อน เรียนจำนวน 5 ข้อ เพื่อทดสอบความรู้ พื้นฐานของกลุ่ม ตัวอย่างก่อน ดำเนินการทดลอง จัดการเรียนรู้ 2. ดำเนินตาม วงจรปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนการ ปฏิบัติดังนี้ วงจรที่ 1 เรขาคณิต วิเคราะห์ โดย การจัดการเรียน การสอนแบบ สืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ โดยมีจำนวน 3 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง	1. การวิเคราะห์การ จัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์แบบ สังเกตพฤติกรรมหลัง แผนการเรียนรู้ และ แบบสัมภาษณ์นักเรียน 2. วิเคราะห์ผลจากแบบ วัดความสามารถการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้สถิติพื้นฐาน ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน



ตาราง 5 (ต่อ)

วงรอบ ที่	ความมุ่ง หมาย	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การเก็บรวบรวม ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
				3. นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมจากแบบบันทึกพฤติกรรมในแผนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ในการวิเคราะห์ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น	

ตาราง 5 (ต่อ)

วงรอบ ที่	ความมุ่ง หมาย	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การเก็บรวบรวม ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
2	เพื่อพัฒนา ความสามารถ ในการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้น มัธยมศึกษาปี ที่ 4 โดยการ จัดการเรียน การสอนแบบ สืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ ให้คะแนน ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70	นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โรงเรียน ผดุงนารี ภาค เรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2561 จำนวน นักเรียน ทั้งหมด 26 คน ที่ได้เลือกแบบ เจาะจง (Purposive Sampling)	1. แผนการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต วิเคราะห์ ของ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 2. แบบวัด ความสามารถในการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ เป็นแบบทดสอบ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ 3. แบบสัมภาษณ์ นักเรียน ซึ่งเป็นแบบ สัมภาษณ์นักเรียน รายบุคคลที่มีต่อการ จัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะ ทางคณิตศาสตร์ หลังสิ้นสุดการ ปฏิบัติการในแต่ละ วงรอบ	1. ทดสอบวัด ความสามารถใน การเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ก่อน เรียนจำนวน 5 ข้อ เพื่อทดสอบ ความรู้พื้นฐาน ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนดำเนินการ ทดลองจัดการ เรียนรู้ 2. ดำเนินตาม วงจรปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนการ ปฏิบัติดังนี้ วงจรที่ 2 เรขาคณิต วิเคราะห์ โดย การจัดการเรียน การสอนแบบ สืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ โดย มีจำนวน 4 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง	1. การวิเคราะห์การ จัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ โดยการ วิเคราะห์แบบสังเกต พฤติกรรมหลัง แผนการเรียนรู้ และ แบบสัมภาษณ์นักเรียน 2. วิเคราะห์ผลจาก แบบวัดความสามารถ การเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ โดยการ ใช้สถิติพื้นฐานในการ วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน

ตาราง 5 (ต่อ)

วงรอบ ที่	ความมุ่ง หมาย	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การเก็บรวบรวม ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
				<p>3. นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมจากแบบบันทึกพฤติกรรมในแผน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้โดยใช้ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ในการวิเคราะห์ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น</p>	

ตาราง 5 (ต่อ)

วงรอบ ที่	ความมุ่ง หมาย	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การเก็บรวบรวม ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
3	เพื่อพัฒนา ความสามารถ ในการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้น มัธยมศึกษาปี ที่ 4 โดยการ จัดการเรียน การสอนแบบ สืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ ให้คะแนน ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70	นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โรงเรียน ผดุงนารี ภาค เรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2561 จำนวน นักเรียน ทั้งหมด 26 คน ที่ได้เลือกแบบ เจาะจง (Purposive Sampling)	1. แผนการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต วิเคราะห์ ของ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 2. แบบวัด ความสามารถในการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ เป็นแบบทดสอบ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ 3. แบบสัมภาษณ์ นักเรียน ซึ่งเป็นแบบ สัมภาษณ์นักเรียน รายบุคคลที่มีต่อการ จัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะ ทางคณิตศาสตร์ หลังสิ้นสุดการ ปฏิบัติการในแต่ละ วงรอบ	1. ทดสอบวัด ความสามารถใน การเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ก่อน เรียนจำนวน 5 ข้อ เพื่อทดสอบ ความรู้พื้นฐาน ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนดำเนินการ ทดลองจัดการ เรียนรู้ 2. ดำเนินตาม วงจรปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนการ ปฏิบัติดังนี้ วงจรที่ 3 เรขาคณิต วิเคราะห์ โดย การจัดการเรียน การสอนแบบ สืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ โดย มีจำนวน 4 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง	1. การวิเคราะห์การ จัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ โดยการ วิเคราะห์แบบสังเกต พฤติกรรมหลัง แผนการเรียนรู้ และ แบบสัมภาษณ์นักเรียน 2. วิเคราะห์ผลจาก แบบวัดความสามารถ การเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะทาง คณิตศาสตร์ โดยการ ใช้สถิติพื้นฐานในการ วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน

ตาราง 5 (ต่อ)

วงรอบ ที่	ความมุ่ง หมาย	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การเก็บรวบรวม ข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
				<p>3. นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินพฤติกรรมจากแบบบันทึกพฤติกรรมในแผน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้โดยใช้ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ในการวิเคราะห์ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น</p>	

## การจัดกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมหลังแผนการเรียนรู้ และแบบสัมภาษณ์นักเรียน

### 2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

วิเคราะห์ผลจากแบบวัดความสามารถการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of item Object Congruence) ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อสอบ  
 $\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด  
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้สูตร D.R Whitney and D.L Sabers (สิรินธร สิ้นจินดาวงศ์, 2547)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	อำนาจจำแนก
	$S_U$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	$X_{max}$	แทน	คะแนนสูงสุด
	$X_{min}$	แทน	คะแนนอ่อนสุด

1.3 ค่าความยาก (P) โดยใช้สูตร D.R Whitney and D.L Sabers  
(สิรินธร สิ้นจินดาวงศ์, 2547)

$$P = \frac{S_U + S_L - (2N \times X_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยาก
	$S_U$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	$X_{max}$	แทน	คะแนนสูงสุด
	$X_{min}$	แทน	คะแนนอ่อนสุด

1.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ใช้โดยวิธีของ ครอนบัก ในรูปสัมประสิทธิ์  
แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) (สิรินธร สิ้นจินดาวงศ์, 2547)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบแบบทดสอบ
	$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนรายข้อของแบบทดสอบ

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

## 2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณโดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2555)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ  $\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2 ร้อยละ (Percentage) คำนวณโดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2555)

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

เมื่อ  $P$  แทน ร้อยละ  
 $f$  แทน ความถี่ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงให้เป็นร้อยละ  
 $N$  แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณโดย ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2555)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$X$  แทน คะแนนแต่ละตัว

$n$  แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

$S$  แทน ผลรวม



2.4 คะแนนพัฒนาการโดยใช้สูตรดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552)

$$DS = \frac{(Y-X)}{F-X} \times 100$$

เมื่อ	DS (%)	แทน	คะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียน (คิดเป็นร้อยละ)
	F	แทน	คะแนนเต็มของการวัดทั้งครั้งแรกและครั้งหลัง
	X	แทน	คะแนนการวัดครั้งแรก
	Y	แทน	คะแนนการวัดครั้งหลัง



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้ถูกต้อง ตลอดจนการสื่อความหมายข้อมูลที่ตรงกัน ดังนี้

$\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการดำเนินการตามขั้นตอนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำการทดสอบหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยนำคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยนำคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้ช่วงคะแนนเป็นเกณฑ์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ และในแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 4 คะแนน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏในตาราง 6

ตาราง 6 คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

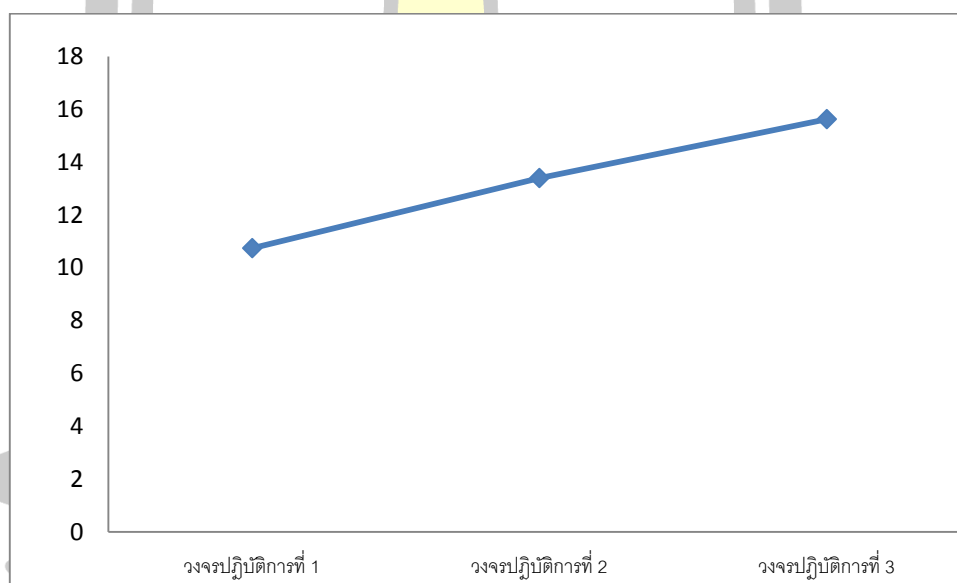
เลขที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (เต็ม 20)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (เต็ม 20)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (เต็ม 20)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
1	10	50	ไม่ผ่าน	12	60	ไม่ผ่าน	15	75	ผ่าน
2	15	75	ผ่าน	16	80	ผ่าน	17	85	ผ่าน
3	8	40	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน	16	80	ผ่าน
4	9	45	ไม่ผ่าน	11	55	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน
5	9	45	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน	16	80	ผ่าน

ตาราง 6 (ต่อ)

ลำดับที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (เต็ม 20)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (เต็ม 20)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (เต็ม 20)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน
6	10	50	ไม่ผ่าน	13	65	ไม่ผ่าน	15	75	ผ่าน
7	13	65	ไม่ผ่าน	15	75	ผ่าน	16	80	ผ่าน
8	11	55	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน	16	80	ผ่าน
9	7	35	ไม่ผ่าน	11	55	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน
10	12	60	ไม่ผ่าน	15	75	ผ่าน	17	85	ผ่าน
11	12	60	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน	16	80	ผ่าน
12	14	70	ผ่าน	14	70	ผ่าน	17	85	ผ่าน
13	9	45	ไม่ผ่าน	12	60	ไม่ผ่าน	16	80	ผ่าน
14	16	80	ผ่าน	18	90	ผ่าน	18	90	ผ่าน
15	10	50	ไม่ผ่าน	12	60	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน
16	8	40	ไม่ผ่าน	11	55	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน
17	14	70	ผ่าน	15	75	ผ่าน	17	85	ผ่าน
18	14	70	ผ่าน	14	70	ผ่าน	16	80	ผ่าน
19	10	50	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน	15	75	ผ่าน
20	11	55	ไม่ผ่าน	13	65	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน
21	10	50	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน	17	85	ผ่าน
22	7	35	ไม่ผ่าน	11	55	ไม่ผ่าน	16	80	ผ่าน
23	9	45	ไม่ผ่าน	11	55	ไม่ผ่าน	15	75	ผ่าน
24	11	55	ไม่ผ่าน	15	75	ผ่าน	15	75	ผ่าน
25	14	70	ผ่าน	15	75	ผ่าน	16	80	ผ่าน
26	6	30	ไม่ผ่าน	10	50	ไม่ผ่าน	14	70	ผ่าน
$\bar{X}$	10.73	53.65	-	13.38	66.92	-	15.62	78.08	-
S.D.	2.66	-	-	1.88	-	-	1.17	-	-

จากตาราง 6 พบว่า คะแนนรวมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 53.65 เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 6 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 66.92 เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 15 คน และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.08 เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 26 คน ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นเมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

จากตาราง 6 เมื่อเขียนกราฟแสดงพัฒนาการของร้อยละของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ แสดงดังภาพประกอบ 4.1



ภาพประกอบ 4 พัฒนาการของร้อยละของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

จากภาพประกอบ 4 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 สูงขึ้นตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแล้ว จากนั้นผู้วิจัยได้สร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยสร้างเป็นแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 10 แผน 10 ชั่วโมง โดยจัดเป็นวงจรปฏิบัติการจำนวน 3 วงจร ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ต่อไปนี้

### 1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

การดำเนินการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

#### ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan)

1.1 สืบเสาะหาปัญหาที่ต้องการแก้ไข ปรัชญาผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งออกแบบเครื่องมือ โดยปัญหาที่ผู้วิจัยพบ คือ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้

1.2 ศึกษาหลักสูตรสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนผดุงนารี เนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย

1.3 ผู้วิจัยนำเครื่องมือในการวิจัยที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบมาใช้ โดยผู้วิจัยได้แบ่งแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังนี้ ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 แบ่งออกเป็น 3 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระยะทางระหว่างจุดสองจุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง จุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความชันของเส้นตรง

#### ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act)

2.1 ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการวงจรที่ 1 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในขณะเรียน พร้อมบันทึกประเด็นอื่น ๆ ลงในแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 หลังจากนักเรียนได้เรียนด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-3 แล้วผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1

### ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์ (Observe)

3.1 สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแล้วบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน  
ลงในแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในแผนการจัดการเรียนการสอน

#### ข้อมูลจากการสังเกต

ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ผู้วิจัยได้สร้างคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน แต่นักเรียนบางส่วนไม่สามารถตอบคำถามได้ ผู้วิจัยช่วยขยายข้อคำถามโดยลงใช้เหตุการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเข้ามาเกี่ยวข้องแต่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาตอบคำถามได้ นักเรียนไม่สามารถทำโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสาระอื่น ๆ หรือในชีวิตประจำวันได้ และนักเรียนทำใบงานหรือกิจกรรมไม่ทันเวลา ปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน คือ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้เดิมที่เคยเรียนมาใช้ได้ นักเรียนไม่พยายามคิดคำตอบด้วยตนเอง รอคำตอบจากผู้วิจัย ทำให้เข้าใจเนื้อหาน้อย นักเรียนที่ร่วมตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น มีเฉพาะนักเรียนคนเดิม ๆ 5-6 คน ครูผู้สอนลงใช้โจทย์คำถามที่เกี่ยวข้องเหตุการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตอบคำถามได้

เสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระยะทางระหว่างจุดสองจุด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง จุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความชันของเส้นตรง ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ผลที่ได้แสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1

เลขที่	เชื่อมโยงภายในวิชา			เชื่อมโยงกับ สาระอื่นๆ	เชื่อมโยงใน ชีวิตประจำวัน	รวม (20 คะแนน)	ร้อยละ
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5		
1	2	3	2	3	0	10	50
2	2	3	4	3	3	15	75
3	2	0	3	3	0	8	40
4	3	2	2	2	0	9	45

ตาราง 7 (ต่อ)

เลขที่	เชื่อมโยงภายในวิชา			เชื่อมโยงกับ สาระอื่นๆ	เชื่อมโยงใน ชีวิตประจำวัน	รวม (20 คะแนน)	ร้อยละ
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5		
6	2	3	2	2	1	10	50
7	4	3	3	2	1	13	65
8	3	2	0	4	2	11	55
9	1	2	2	2	0	7	35
10	4	3	2	2	1	12	60
11	3	3	3	2	1	12	60
12	3	3	3	3	2	14	70
13	2	2	2	3	0	9	45
14	4	3	4	3	2	16	80
15	3	2	2	2	1	10	50
16	2	2	3	1	0	8	40
17	4	3	3	2	2	14	70
18	3	3	3	2	3	14	70
19	2	3	2	2	1	10	50
20	3	3	2	1	2	11	55
21	2	3	2	3	0	10	50
22	3	2	2	0	0	7	35
23	2	2	3	1	1	9	45
24	3	3	3	2	0	11	55
25	4	3	4	2	1	14	70
26	1	2	2	0	1	6	30
$\bar{X}$	2.69	2.54	2.42	2.08	1	10.73	53.65
S.D.	0.88	0.71	0.99	0.93	0.94	2.66	-



ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 10.73 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 53.65 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 23.08 และมีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่า ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 20 คนคิดเป็นร้อยละ 76.92 และนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่นๆ และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน โดยคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านมีดังนี้ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 2.55 ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่นๆ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 2.08 และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 1.00

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน ซึ่งจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นได้ ดังนี้

1. นักเรียนบางส่วนสามารถบอกได้ว่าจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ต้องการให้หาสิ่งใดและสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ และยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียนซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...สามารถบอกได้ เพราะโจทย์จะให้สมการมาเป็นคำถามเชิงวิเคราะห์ ต้องค่อย ๆ จับใจความของโจทย์และค่อยเรียบเรียงออกมา...”

(นักเรียนเลขที่ 2, วันที่ 24 มกราคม 2562 : การสัมภาษณ์)

“...สามารถบอกได้ เพราะบางโจทย์ถ้าจำสูตรได้สามารถรู้ได้ถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการ”

(นักเรียนเลขที่ 7, วันที่ 26 มกราคม 2562 : การสัมภาษณ์)

“...ไม่สามารถบอกได้ เพราะไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหา...”

(นักเรียนเลขที่ 26, วันที่ 26 มกราคม 2562 : การสัมภาษณ์)

2. นักเรียนบางส่วนสามารถเขียนหรือแสดงวิธีทำหาคำตอบของโจทย์ ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ และยังมีนักเรียนบางส่วนยังสับสนในการคำนวณ การนำทฤษฎี สูตรมาแทน

ในแต่ละโจทย์เพื่อหาคำตอบ หน่วยของคำตอบ และบางคนไม่กล้าถามในเรื่องที่สงสัยในห้องเรียน ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...สามารถเขียนได้ เพราะต้องจำสูตรหรือเนื้อหาของเรื่องนั้น ๆ ให้ได้ ถ้าจำไม่ได้เราจะทำโจทย์ไม่ได้...”

(นักเรียนเลขที่ 2, วันที่ 24 มกราคม 2562 : การสัมภาษณ์)

“...พอเขียนได้ แต่บางข้อก็จำวิธีทำและสูตรไม่ได้...”

(นักเรียนเลขที่ 7, วันที่ 26 มกราคม 2562 : การสัมภาษณ์)

“...ไม่สามารถเขียนได้ เพราะจำสูตรไม่ได้เลย และไม่กล้าถามในเรื่องที่สงสัยในห้องเรียน...”

(นักเรียนเลขที่ 26, วันที่ 26 มกราคม 2562 : การสัมภาษณ์)

3. นักเรียนมีปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากใบงานหรือกิจกรรมมีจำนวนข้อมากเกินไป ครูผู้สอนพูดเร็วมาก และครูสนใจนักเรียนหน้าห้องมากกว่าหลังห้อง ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...การที่จำสูตรไม่ได้และไม่ค่อยมีสมาธิในตัวเอง แนวทางแก้ไขคือตั้งใจให้มากขึ้น การจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรปรับปรุงในเรื่องที่สอนเร็วและต้องสอนง่ายกว่านี้เพื่อเด็กไม่เข้าใจด้วย...”

(นักเรียนเลขที่ 2, วันที่ 24 มกราคม 2562 : การสัมภาษณ์)

“...การจำสูตร การจำวิธีทำ แนวทางการแก้ไขคือหัดทำโจทย์คณิตทุกวัน การจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปจัดทำรูปแบบการสอนแบบเดิมแต่ควรลดระยะเวลาในการทำกิจกรรม...”

(นักเรียนเลขที่ 7, วันที่ 26 มกราคม 2562 : การสัมภาษณ์)

“...การจำสูตรไม่ได้ แนวทางการแก้ไขคือขยันฝึกฝนขึ้นอีก การจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปครูผู้สอนควรสนใจนักเรียนหลังห้องให้มากกว่านี้...”

(นักเรียนเลขที่ 26, วันที่ 26 มกราคม 2562 : การสัมภาษณ์)

#### ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

4.1 จากการวิเคราะห์แนวคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่าเมื่อวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แต่เมื่อสัมภาษณ์นักเรียนเหล่านั้นพบว่านักเรียนบางคนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แต่ไม่สามารถเขียนอธิบายในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน ซึ่งเป็นเรื่องที่ผู้วิจัยต้องนำมาแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป

ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป ดังตาราง 8

ตาราง 8 ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางในการแก้ไข
1. ระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอ	ครูผู้สอนควบคุมเวลาในแต่ละขั้นตอนให้กระชับ
2. นักเรียนยังไม่กล้าที่จะนำเสนอแนวคิดของงานหน้าชั้นเรียน	ไม่ให้ส่งตัวแทนแต่ให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มหรือคู่ออกมา ยืนอธิบายช่วยกันเพื่อลดความประหม่า
3. นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนกับโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสาระอื่น ๆ และในชีวิตประจำวันได้	มีการยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับสาระอื่นๆ และในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น โดยเริ่มจากโจทย์ง่าย ๆ ก่อน และให้ฝึกทำโจทย์ที่มีความคล้ายกัน
4. นักเรียนบางคนไม่กล้าถามในเรื่องที่สงสัยในห้องเรียน	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนคำถามที่สงสัยใส่ในกระดาษ หรือมาปรึกษานอกชั่วโมงเรียนในส่วนที่สงสัยหรือยังไม่เข้าใจ
5. นักเรียนยังสับสนในการคำนวณ การนำทฤษฎี สูตรมาแทนในแต่ละโจทย์เพื่อหาคำตอบ และหน่วยของคำตอบ	นัดเวลานักเรียนเพิ่มเติมในการฝึกการคำนวณ ทบทวนทฤษฎี สูตร และการเติมหน่วยให้ถูกต้อง
6. ใบงานหรือกิจกรรมมีจำนวนข้อมากเกินไป	ครูผู้สอนลดจำนวนข้อคำถามในใบงานหรือกิจกรรมให้น้อยลง
7. ครูผู้สอนพูดเร็วมาก	ครูพูดให้ช้าลง และเป็นจังหวะ
8. ครูสนใจนักเรียนหน้าห้องมากกว่าหลังห้อง	ครูผู้สอนเดินไปแนะนำแต่ละกลุ่มอย่างสม่ำเสมอให้เท่าเทียมกัน

## 2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

การดำเนินการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน  
ดังนี้

### ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan)

1.1 นำข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-7 โดยมีรายละเอียดดังนี้

เมื่อทราบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์เช่นเดิม แต่ผู้วิจัยปรับกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ รู้จักตั้งคำถาม ได้ฝึกการออกแบบวิธีการสืบค้นข้อมูล อีกทั้งยังจัดเนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันหรือสิ่งรอบตัว และหากิจกรรมที่เชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนโดยจะเน้นเกี่ยวข้องกับสาระอื่น ๆ และในชีวิตประจำวัน นอกจากนั้นผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียน โดยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดว่าเนื้อหาที่เรียนสามารถนำไปใช้อย่างไรได้บ้าง โดยจะทำการถามให้ทั่วถึงนักเรียนที่อยู่หลังห้องด้วย ซึ่งจะช่วยให้ให้นักเรียนมีความตื่นตัวต่อกิจกรรมการเรียนในขั้นตอนดังกล่าว อีกทั้งยังสอดแทรกการเสริมแรงด้วยการให้คะแนนให้นักเรียนในขั้นตอนการทำกิจกรรมกลุ่มหรือคู่เพื่อเป็นการกระตุ้นผู้เรียนร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อนๆ ด้วย นอกจากนั้นยังเพิ่มความสนใจนักเรียนทุก ๆ คน โดยการเดินรอบห้องเรียนมากขึ้น การรายงานผลจะนำคะแนนมาพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยวงจรปฏิบัติการที่ 2 แบ่งออกเป็น 4 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เส้นขนาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เส้นตั้งฉาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟ

เป็นเส้นตรง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด

### ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act)

2.1 ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการวงจรที่ 2 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในขณะที่เรียนพร้อมบันทึกประเด็นอื่นๆ ลงในแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 หลังจากนักเรียนได้เรียนด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4-7 แล้วผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

### ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์ (Observe)

3.1 สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแล้วบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนลงในแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในแผนการจัดการเรียนการสอน

#### ข้อมูลจากการสังเกต

ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4-7 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างโจทย์สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสาระอื่น ๆ และในชีวิตประจำวัน นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามหรือหาคำตอบได้ นักเรียนเข้าใจว่าโจทย์ต้องการอะไรและต้องใช้ขัณฑ์ยาม หรือทฤษฎีไหนในการหาคำตอบชัดเจนขึ้น นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ไม่กลัวที่จะตอบถูกหรือผิด ปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ นักเรียนยังไม่สามารถหาคำตอบหรือเข้าใจโจทย์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันได้ นักเรียนยังจำเนื้อหาที่เรียนไม่ได้

หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เส้นขนาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เส้นตั้งฉาก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ผลที่ได้แสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 คะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

เลขที่	เชื่อมโยงภายในวิชา			เชื่อมโยงกับ สาระอื่น ๆ	เชื่อมโยงใน ชีวิตประจำวัน	รวม (20 คะแนน)	ร้อยละ
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5		
1	3	3	3	2	1	12	60
2	4	2	4	3	3	16	80
3	3	3	2	3	3	14	70
4	3	2	2	2	2	11	55
5	3	2	3	3	3	14	70
6	3	3	2	3	2	13	65

ตาราง 9 (ต่อ)

เลขที่	เชื่อมโยงภายในวิชา			เชื่อมโยงกับ สาระอื่น ๆ	เชื่อมโยงใน ชีวิตประจำวัน	รวม (20 คะแนน)	ร้อยละ
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5		
7	2	4	3	3	3	15	75
8	3	2	3	4	2	14	70
9	2	2	3	3	1	11	55
10	3	4	3	4	1	15	75
11	4	3	3	2	2	14	70
12	3	3	3	3	2	14	70
13	3	2	3	3	1	12	60
14	4	4	3	4	3	18	90
15	3	3	2	2	2	12	60
16	3	2	2	3	1	11	55
17	3	4	2	4	2	15	75
18	2	4	3	2	3	14	70
19	3	2	3	3	3	14	70
20	3	3	2	3	2	13	65
21	2	4	2	4	2	14	70
22	3	2	3	1	2	11	55
23	3	3	2	2	1	11	55
24	4	3	2	4	2	15	75
25	4	3	3	2	3	15	75
26	2	3	2	2	1	10	50
$\bar{X}$	3	2.88	2.62	2.85	2.04	13.38	66.92
S.D.	0.63	0.77	0.57	0.83	0.77	1.88	-

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 13.38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 66.92 โดยมีจำนวน

นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 57.69 และมีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่า ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 11 คนคิดเป็นร้อยละ 42.31 และนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่น ๆ และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน โดยคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านมีดังนี้ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 2.83 ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่นๆ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 2.85 และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 2.04

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นได้ ดังนี้

1. นักเรียนบางส่วนสามารถบอกได้ว่าจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ต้องการให้หาสิ่งใดและสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ และยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...สามารถบอกได้ เช่น โจทย์ให้หารระยะห่างจากเส้นหนึ่งไปอีกเส้นหนึ่ง เราก็ใช้สูตรการหารระยะห่างระหว่างเส้นกับเส้น...”

(นักเรียนเลขที่ 14, วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...สามารถบอกได้ เช่น ทำความเข้าใจโจทย์ว่าให้หาอะไร...”

(นักเรียนเลขที่ 19, วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...ไม่สามารถบอกได้ เพราะผมทำไม่ได้...”

(นักเรียนเลขที่ 9, วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

2. นักเรียนบางส่วนสามารถเขียนหรือแสดงวิธีทำหาคำตอบของโจทย์ ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ และยังมีนักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถหาคำตอบหรือเข้าใจโจทย์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันได้ ไม่มีการสรุปคำตอบ และไม่เขียนหน่วยในคำตอบที่ได้ และการสรุปแนวคิดหลักหรือสรุปย่อ ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...สามารถเขียนได้ เช่น ใช้สูตรที่จำมาแล้วนำมาแก้ไขโจทย์ปัญหา...”

(นักเรียนเลขที่ 14, วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...สามารถเขียนได้ ถ้าเป็นหัวข้อที่เข้าใจและจำสูตรได้ แต่ยังไม่สามารถหาคำตอบในโจทย์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันได้ ...”

(นักเรียนเลขที่ 19, วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...ไม่สามารถเขียนได้ เพราะทำไม่เป็นเลย ไม่สามารถสรุปแนวคิดได้...”

(นักเรียนเลขที่ 9, วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

3. นักเรียนมีปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอเนื่องจากให้เวลาน้อยเกินไป ระยะในการให้ทำความเข้าใจในบทเรียนน้อย เนื้อหามีเยอะแต่มีเวลาจำกัด และครูผู้สอนพูดเร็วมาก ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...การจำสูตรที่เยอะแยะและซับซ้อน และบางสูตรก็จำสลับกัน จะจำเรื่องที่เคยเรียนตอนที่นานมาแล้วไม่ค่อยได้ ถ้าไม่ทบทวน แนวทางการแก้ไขคือทบทวนเนื้อหาก่อนเข้าเรียน การจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรเก็บรายละเอียดตอนที่คำนวณหรือยกตัวอย่างให้เยอะกว่านี้ พาทำอย่างละเอียด ควรใช้เวลามากกว่านี้...”

(นักเรียนเลขที่ 14, วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...จำสูตรไม่ได้ ระยะในการให้ทำความเข้าใจในบทเรียนน้อย แนวทางการแก้ไขคือการทบทวนความจำ การจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปไม่มีส่วนใดควรปรับปรุง...”

(นักเรียนเลขที่ 19, วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...ไม่รู้ครับ ทำไม่ได้ทำไม่เป็นเลย แนวทางการแก้ไขคือตั้งใจเรียน การจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรปรับปรุงการครูผู้สอนควนพูดให้ช้าลง...”

(นักเรียนเลขที่ 9, วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)



#### ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

4.1 จากการวิเคราะห์แนวคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า เมื่อวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นักเรียนบางคนยังไม่มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แต่เมื่อสัมภาษณ์นักเรียนเหล่านั้นพบว่านักเรียนบางคนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แต่ไม่สามารถเขียนอธิบายในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกต้องครบถ้วน ซึ่งเป็นเรื่องที่คุณวิจัยต้องนำมาแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป ดังตาราง 10

ตาราง 10 ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางในการแก้ไข
1. ระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอ เนื่องจากให้เวลาน้อยเกินไป	ครูผู้สอนต้องเพิ่มเวลาในการทำใบงานคู่หรือกลุ่มให้มากกว่านี้
2. ระยะเวลาให้ทำความเข้าใจในบทเรียนน้อย	ครูผู้สอนควรมีบทเรียนให้เรียนด้วยตนเองก่อน และหลังเข้าคาบเรียน
3. นักเรียนยังไม่สามารถหาคำตอบหรือเข้าใจ โจทย์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันได้	ครูผู้สอนปรับกิจกรรมให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวันหรือยกตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวกับในชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้น
4. นักเรียนไม่มีการสรุปคำตอบ และไม่เขียน หน่วยในคำตอบที่ได้	ครูผู้สอนเน้นย้ำถึงความสำคัญในการสรุปคำตอบ และวิธีตัดหน่วยเพื่อระบุหน่วยของคำตอบที่ได้
5. การสรุปแนวคิดหลักหรือสรุปย่อ	ครูควรให้นักเรียนเขียนสรุปย่อของทุกเรื่อง เพื่อได้ทบทวนความรู้
6. ครูผู้สอนพูดเร็วมาก	ครูพูดให้ช้าลงอย่างสม่ำเสมอ และเป็นจังหวะ
7. เนื้อหามีเยอะแต่มีเวลาจำกัด	ครูแบ่งเนื้อหาการสอนให้พอดีกับเวลา และวางแผนเพื่อคาบสอนมีเวลาน้อยลง

### 3. วงจรปฏิบัติการที่ 3

การดำเนินการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน  
ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan)

1.1 นำข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8-10 โดยมีรายละเอียดดังนี้

เมื่อทราบปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยปรับกิจกรรมให้มีโจทย์เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้น สรุปย่อเนื้อหาที่เรียนทุกเรื่อง นอกจากนั้นยังเพิ่มกิจกรรมที่ส่งเสริมความสนุกสนานระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายและอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมดังกล่าว โดยวงจรปฏิบัติการที่ 3 แบ่งออกเป็น 3 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 - 10 เรื่อง วงกลม

#### ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act)

2.1 ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามวงจรปฏิบัติการวงจรที่ 3 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในขณะที่เรียนพร้อมบันทึกประเด็นอื่น ๆ ลงในแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 หลังจากนักเรียนได้เรียนด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8-10 แล้วผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3

#### ขั้นที่ 3 สังเกตการณ์ (Observe)

3.1 สังเกตนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแล้วบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนลงในแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในแผนการจัดการเรียนการสอน

ข้อมูลจากการสังเกต

ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8-10 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนมีส่วนร่วมและมีความสนใจต่อการทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้น นักเรียนตอบคำถามได้ชัดเจนขึ้น นักเรียนสามารถมองโจทย์ออกว่าโจทย์ลักษณะนี้ต้องใช้ทฤษฎี หรือนิยามไหนมาหาคำตอบ แต่ก็มีนักเรียนหลายคนที่ยังทำโจทย์ไม่ละเอียดรอบคอบ

หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8-10 เรื่อง วงกลม ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการเชื่อมโยง

ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ  
ผลที่ได้แสดงดังตาราง 11

ตาราง 11 คะแนนแบบทดสอบย่อยทำยวงจรปฏิบัติกาที่ 3

เลขที่	เชื่อมโยงภายในวิชา			เชื่อมโยงกับ สาระอื่นๆ	เชื่อมโยงใน ชีวิตประจำวัน	รวม (20 คะแนน)	ร้อยละ
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5		
1	3	3	3	3	3	15	75
2	4	3	4	3	3	17	85
3	4	3	3	2	4	16	80
4	3	3	2	3	3	14	70
5	4	3	3	2	4	16	80
6	3	3	2	4	3	15	75
7	4	2	3	3	4	16	80
8	3	3	3	3	4	16	80
9	2	3	3	2	4	14	70
10	4	3	3	3	4	17	85
11	3	3	4	3	3	16	80
12	3	4	2	4	4	17	85
13	3	3	4	3	3	16	80
14	4	4	3	3	4	18	90
15	3	3	2	3	3	14	70
16	3	3	2	2	4	14	70
17	4	4	2	4	3	17	85
18	3	3	4	3	3	16	80
19	2	4	3	3	3	15	75
20	3	2	2	3	4	14	70
21	4	2	3	4	4	17	85

ตาราง 11 (ต่อ)

เลขที่	เชื่อมโยงภายในวิชา			เชื่อมโยงกับ สาระอื่นๆ	เชื่อมโยงใน ชีวิตประจำวัน	รวม (20 คะแนน)	ร้อยละ
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5		
22	3	3	2	4	4	16	80
23	2	3	4	3	3	15	75
24	3	3	3	3	3	15	75
25	4	2	3	4	3	16	80
26	2	4	3	2	3	14	70
$\bar{X}$	3.19	3.04	2.88	3.04	3.46	15.62	78.08
S.D.	0.69	0.6	0.71	0.66	0.51	1.17	5.84

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 15.62 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.08 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่นๆ และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน โดยคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านมีดังนี้ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 3.04 ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่น ๆ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 3.04 และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 3.46

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งจากการสัมภาษณ์ผู้วิจัยได้สรุปประเด็นได้ ดังนี้

1. นักเรียนบางส่วนสามารถบอกได้ว่าจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาที่ต้องการให้หาสิ่งใดและสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ และยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังนักเรียนนำความรู้เก่ามาใช้ไม่ได้ ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...สามารถบอกได้ จะอยู่หลังโจทย์คำถามแล้วจะถามว่าให้หาอะไรและดูจากตัวอย่างที่เรียนผ่านมา...”

(นักเรียนเลขที่ 17, วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...สามารถบอกได้ อ่านโจทย์แล้วจับประเด็นให้ได้ว่าโจทย์ต้องการหาอะไร...”

(นักเรียนเลขที่ 4, วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...สามารถบอกได้เป็นบางข้อ เช่น สิ่งที่โจทย์ต้องการจะอยู่ในคำถามต้องอ่านโจทย์ดีๆ ว่าโจทย์ให้หาอะไร แต่บางข้อก็นำความรู้เก่ามาใช้ไม่ได้...”

(นักเรียนเลขที่ 16, วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

2. นักเรียนบางส่วนสามารถเขียนหรือแสดงวิธีทำหาคำตอบของโจทย์ ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ และยังมีนักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถเขียนรายละเอียดของคำตอบครบ ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...สามารถเขียนได้ เช่น จำสูตรได้ก็สามารถมาใช้ในการทำโจทย์ได้...”

(นักเรียนเลขที่ 17, วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...สามารถเขียนได้เป็นบางข้อ นำสูตรที่จำได้ไปใช้ในโจทย์ข้อนั้นๆ ในเนื้อหาที่เข้าใจ...”

(นักเรียนเลขที่ 4, วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...สามารถเขียนได้บ้าง เช่น จำสูตรที่เข้าใจไปแทนค่าหาคำตอบได้ แต่ยังไม่สามารถแสดงวิธีทำแบบละเอียดได้...”

(นักเรียนเลขที่ 16, วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

3. นักเรียนมีปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอเนื่องจากให้เวลาน้อยเกินไป ระยะเวลาในการทำความเข้าใจในบทเรียนน้อย และครูลบกะดานและพูดเร็วเกินไปในบางครั้ง ซึ่งจะเห็นได้จากแนวคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“...การจำสูตร แนวทางแก้ไขคือตั้งใจเรียนและหาวิธีจำสูตรให้ได้ การจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรปรับปรุงเรื่องการลบกระดานเร็วและการพูดเร็ว...”

(นักเรียนเลขที่ 17, วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...การจำสูตรแต่ละสูตรไม่ค่อยได้ แนวทางแก้ไขคือต้องฝึกฝนบ่อยๆ การจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรเป็นในรูปแบบเดิมและควรมีเวลาในการทำกิจกรรมมากกว่านี้...”

(นักเรียนเลขที่ 4, วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

“...การจดจำสูตรและการคำนวณ แนวทางแก้ไขคือต้องอ่านหนังสือและทบทวนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรอธิบายให้มากกว่านี้และควรมีเวลาทบทวนเพิ่มขึ้น...”

(นักเรียนเลขที่ 16, วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2562 : การสัมภาษณ์)

#### ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

4.1 จากการวิเคราะห์แนวคำตอบจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่าเมื่อวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเมื่อสัมภาษณ์นักเรียนเหล่านั้นพบว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถเขียนอธิบายในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขต่อไป ดังตาราง 12

ตาราง 12 ปัญหาและแนวทางแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหา	แนวทางในการแก้ไข
1. ระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอ เนื่องจากให้เวลาน้อยเกินไป	ครูผู้สอนต้องเพิ่มเวลาในการทำใบงานคู่หรือกลุ่มให้มากกว่านี้
2. ระยะในการให้ทำความเข้าใจในบทเรียนน้อย	ครูผู้สอนควรมีบทเรียนให้เรียนด้วยตนเองก่อน และหลังเข้าคาบเรียน
3. นักเรียนเขียนรายละเอียดไม่ครบ	ครูผู้สอนควรเน้นย้ำถึงขั้นตอนการแสดงวิธีทำไปเป็นลำดับอย่างละเอียด

ตาราง 12 (ต่อ)

ปัญหา	แนวทางในการแก้ไข
4. ครูลบกะดานและพูดเร็วเกินไปในบางครั้ง	ครูควรจะถามนักเรียนว่าจดเสร็จยังและพูดให้ช้าลง
5. นักเรียนนำความรู้เก่ามาใช้ไม่ได้	ครูควรทบทวนเรื่องที่จะนำมาใช้ในคาบนั้นๆ ให้ นักเรียน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ศึกษาคะแนนพัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คะแนนของวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ผลปรากฏดังตาราง 12 แล้วนำมาวิเคราะห์หาจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์แต่ละระดับพัฒนาการ ผลปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 คะแนนพัฒนาการของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2

เลขที่	คะแนนวงจร ปฏิบัติการที่ 1	คะแนนวงจร ปฏิบัติการที่ 2	คะแนนความ แตกต่าง	คะแนนพัฒนาการ สัมพัทธ์
1	10	12	2	20
2	15	16	1	20
3	8	14	6	50
4	9	11	2	18.18
5	9	14	5	45.45
6	10	13	3	30
7	13	15	2	28.57

ตาราง 13 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนวงจร ปฏิบัติการที่ 1	คะแนนวงจร ปฏิบัติการที่ 2	คะแนนความ แตกต่าง	คะแนนพัฒนาการ สัมพัทธ์
8	11	14	3	33.33
9	7	11	4	30.77
10	12	15	3	37.5
11	12	14	2	25
12	14	14	0	0
13	9	12	3	27.27
14	16	18	2	50
15	10	12	2	20
16	8	11	3	25
17	14	15	1	16.67
18	14	14	0	0
19	10	14	4	40
20	11	13	2	22.22
21	10	14	4	40
22	7	11	4	30.77
23	9	11	2	18.18
24	11	15	4	44.44
25	14	15	1	16.67
26	6	10	4	28.57
$\bar{X}$	10.73	13.38	2.65	27.64
S.D.	2.66	1.88	3.47	33.01

จากตาราง 13 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรวงจรปฏิบัติการที่ 2 สูงกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากคะแนนพัฒนาการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น คะแนนพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นอาจจะไม่ยุติธรรมสำหรับบางคนที่ได้



คะแนนสอบจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนสัมพัทธ์แล้วทำให้รู้ว่า นักเรียนแต่ละคนมีคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 27.64 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พัฒนาการระดับกลาง นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นมากหรือน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสนใจในการเรียนและความถนัดของนักเรียน

ตาราง 14 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการหลังจากได้รับการจัดการแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์แต่ละระดับพัฒนาการ

เกณฑ์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการ	นักเรียน (คน)	ร้อยละ
76-100	พัฒนาการระดับสูงมาก	0	0.00
51-75	พัฒนาการระดับสูง	0	0.00
26-50	พัฒนาการระดับกลาง	14	53.85
0-25	พัฒนาการระดับต้น	12	46.15

จากตาราง 14 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนจำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 53.85 ของนักเรียนทั้งหมด มีพัฒนาการระดับกลาง และนักเรียนจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 46.15 ของนักเรียนทั้งหมด มีพัฒนาการระดับต้น แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับกลาง

ตาราง 15 คะแนนพัฒนาการของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3

เลขที่	คะแนนวงจรปฏิบัติการที่ 2	คะแนนวงจรปฏิบัติการที่ 3	คะแนนความแตกต่าง	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์
1	12	15	3	37.5
2	16	17	1	25

ตาราง 15 (ต่อ)

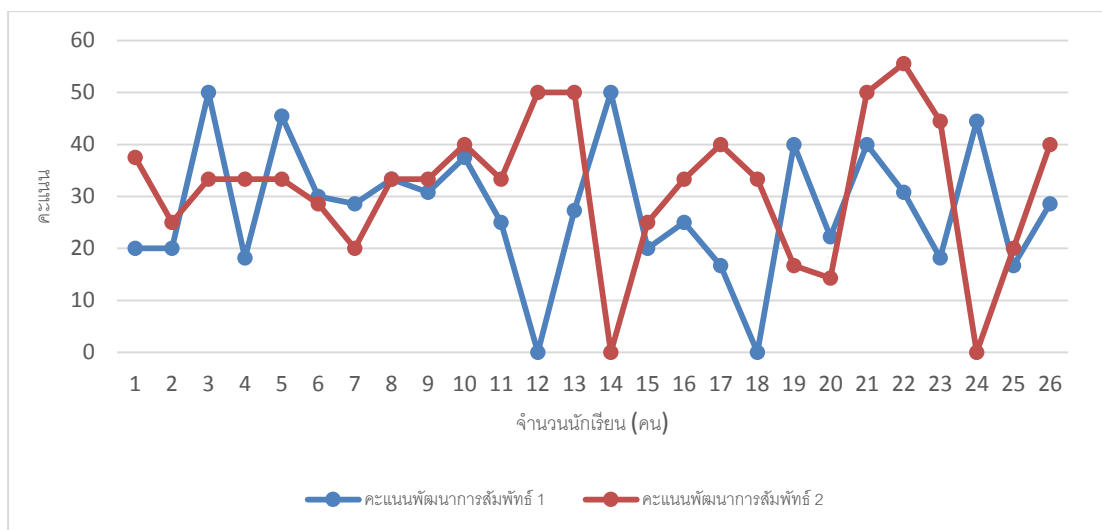
เลขที่	คะแนนวงจร ปฏิบัติการที่ 2	คะแนนวงจร ปฏิบัติการที่ 3	คะแนนความ แตกต่าง	คะแนนพัฒนาการ สัมพัทธ์
3	14	16	2	33.33
4	11	14	3	33.33
5	14	16	2	33.33
6	13	15	2	28.57
7	15	16	1	20
8	14	16	2	33.33
9	11	14	3	33.33
10	15	17	2	40
11	14	16	2	33.33
12	14	17	3	50
13	12	16	4	50
14	18	18	0	0
15	12	14	2	25
16	11	14	3	33.33
17	15	17	2	40
18	14	16	2	33.33
19	14	15	1	16.67
20	13	14	1	14.29
21	14	17	3	50
22	11	16	5	55.56
23	11	15	4	44.44
24	15	15	0	0
25	15	16	1	20
26	10	14	4	40
$\bar{X}$	13.38	15.62	2.23	31.68
S.D.	1.88	1.17	4.24	51.51

จากตาราง 14 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 สูงกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากคะแนนพัฒนาการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น คะแนนพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นอาจจะไม่ยุติธรรมสำหรับบางคนที่ได้คะแนนสอบจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนสัมพัทธ์แล้วทำให้รู้ว่า นักเรียนแต่ละคนมีคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 31.68 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พัฒนาการระดับกลาง นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นมากหรือน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสนใจในการเรียนและความถนัดของนักเรียน

ตาราง 16 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการหลังจากได้รับการจัดการแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์แต่ละระดับพัฒนาการ

เกณฑ์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	ระดับพัฒนาการ	นักเรียน (คน)	ร้อยละ
76-100	พัฒนาการระดับสูงมาก	0	0.00
51-75	พัฒนาการระดับสูง	1	3.85
26-50	พัฒนาการระดับกลาง	17	65.38
0-25	พัฒนาการระดับต้น	8	30.77

จากตาราง 16 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.85 ของนักเรียนทั้งหมด มีพัฒนาการระดับสูง นักเรียนจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 65.38 ของนักเรียนทั้งหมด มีพัฒนาการระดับกลาง และนักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77 ของนักเรียนทั้งหมด มีพัฒนาการระดับต้น แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับกลาง แต่ละบุคคลพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนแสดงได้ ดังภาพ 5



คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ 1 คือ คะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียนระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2

คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ 2 คือ คะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียนระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3

ภาพประกอบ 5 กราฟแสดงพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน

จากภาพประกอบ 5 พบว่า นักเรียนที่มีคะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียนระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่อยู่ในช่วงคะแนน 0-25 มีจำนวน 12 คน และในช่วง 26-50 มีจำนวน 14 คน และนักเรียนที่มีคะแนนร้อยละของพัฒนาการของนักเรียนระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ที่อยู่ในช่วงคะแนน 0-25 มีจำนวน 8 คน ในช่วง 26-50 มีจำนวน 17 คน และในช่วง 51-75 มีจำนวน 1 คน จากภาพจะเห็นว่า นักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการเป็น 0 หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรเท่ากัน

พูนุ ปณุ ทิโต ชีเว

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้สรุปผลของการวิจัยหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับ ดังนี้

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

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

#### สรุปผล

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 และเมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า

วงจรปฏิบัติการที่ 1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ได้แก่ 1. ระยะทางระหว่างจุดสองจุด 2. จุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง 3. ความชันของเส้นตรง พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 19.23

วงจรปฏิบัติการที่ 2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน ได้แก่ 1. เส้นขนาน 2. เส้นตั้งฉาก 3. ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง 4. ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 57.69

วงจรถอบปฏิบัติการที่ 3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ได้แก่ วงกลม พบว่า จำนวนนักเรียนทุกคนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยคิดเป็นร้อยละ 100

แบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ศึกษาคะแนนพัฒนาการของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คะแนนของวงจรถอบปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนจากแบบวัด ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรถอบปฏิบัติการที่ 1 และวงจรถอบปฏิบัติการที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับกลาง และใน วงจรถอบปฏิบัติการที่ 2 และวงจรถอบปฏิบัติการที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มี คะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับกลาง

### อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ คะแนนแบบ วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของวงจรถอบปฏิบัติการที่ 3 สูงกว่า วงจรถอบปฏิบัติการที่ 1 และ 2 การที่ผลวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากเนื้อหาเรื่องภาคตัดกรวย เป็นเนื้อหาที่สามารถออกแบบ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลาย สามารถเชื่อมโยงภายในวิชากับศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ใน ชีวิตจริงได้ โดยสามารถจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้เป็น อย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553) และในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยงเป็นทักษะ ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และพื้นฐานใน การที่จะนำไปศึกษาต่อซึ่งจำเป็นต้องมีการบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน นอกจากนี้ใช้การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันแล้วยังมีการเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้แก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ต้องเป็นเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องหรือใกล้ตัวผู้เรียน เพราะจะทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของ คณิตศาสตร์ว่าสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน มุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอนซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้และพัฒนาการตั้งคำถามขยายความรู้ที่นักเรียนสามารถทดลองปฏิบัติจากโจทย์ปัญหาสถานการณ์จำลองและสามารถนำความรู้เชื่อมโยงไปใช้ในชีวิตจริงได้ และเนื้อหาเรื่องภาคตัดกรวย เป็นเนื้อหาที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชากับศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริงได้หลากหลายสถานการณ์ โดยสามารถจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ผลการศึกษาของกฤษดา นรินทร์ (2555) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริงกับนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติและศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ภาคตัดกรวย ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า คะแนนรวมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 53.65 เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่ามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 5 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 66.92 เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่ามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 15 คน และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.08 เมื่อนำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่ามีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 26 คน ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นเมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ทั้งนี้อธิบายได้ว่า

วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 10.73 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 53.65 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 19.23 และมีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่า ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 21 คนคิดเป็นร้อยละ 80.77 และนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการเชื่อมโยง

ภายในวิชา ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่นๆ และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน โดยคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านมีดังนี้ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 2.55 ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่นๆ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 2.08 และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 1.00 ทั้งนี้อธิบายได้ว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาสูงกว่า การเชื่อมโยงกับสาระอื่น ๆ และการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน ตามลำดับ นักเรียนบางส่วนไม่สามารถตอบคำถามได้ ผู้วิจัยช่วยขยายข้อความคำถามโดยลงใช้เหตุการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเข้ามาเกี่ยวข้องแต่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาตอบคำถามได้ นักเรียนไม่สามารถทำโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสาระอื่นๆ หรือในชีวิตประจำวันได้ และนักเรียนทำใบงานหรือกิจกรรมไม่ทันเวลา ปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้เดิมที่เคยเรียนมาใช้ได้ นักเรียนไม่พยายามคิดคำตอบด้วยตนเอง รอคำตอบจากผู้วิจัย ทำให้เข้าใจเนื้อหาน้อย นักเรียนที่ร่วมตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น มีเฉพาะนักเรียนคนเดิม ๆ 5-6 คน ครูผู้สอนลงใช้โจทย์คำถามที่เกี่ยวข้องเหตุการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถตอบคำถามได้ ดังนั้น กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อาจมีสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม จากเนื้อหาง่ายไปหาเนื้อหาหายาก ซึ่งมีผู้สอนเป็นผู้กำกับดูแล โดยที่ผู้เรียนสามารถเลือกและออกแบบวิธีการค้นหาคำตอบตามที่ตนรู้เข้าใจและสนใจนำไปปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งอาจเป็นวิธีการที่ตนเองเลือกใช้ตามแนวทางที่ตนเองถนัด เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่ต้องการ และอาจเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการแก้ปัญหาในครั้งนั้นก็ได้ ประการสำคัญผู้เรียนได้ใช้ความพยายามของตนที่เป็นประสบการณ์เดิม มาใช้เชื่อมโยงประกอบความคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ให้สำเร็จ (นาฏยา วงศ์อิทธารัตน์, 2555)

วงจรถูกปฏิบัติครั้งที่ 2 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 13.38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 66.92 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 57.69 และมีนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่า ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 11 คนคิดเป็นร้อยละ 42.31 และนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่นๆ และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน โดยคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านมีดังนี้ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 2.83 ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่น ๆ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 2.85 และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 2.04 ทั้งนี้อธิบายได้ว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงกับสาระอื่น ๆ สูงกว่า การเชื่อมโยงภายในวิชา และการเชื่อมโยงใน



ชีวิตประจำวัน ตามลำดับ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามหรือหาคำตอบได้ นักเรียนเข้าใจว่า โจทย์ต้องการอะไรและต้องใช้บทนิยาม หรือทฤษฎีไหนในการหาคำตอบชัดเจนขึ้น นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ไม่กลัวที่จะตอบถูกหรือผิด ปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ นักเรียนยังไม่สามารถหาคำตอบหรือเข้าใจโจทย์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันได้ นักเรียนยังจำเนื้อหาที่เรียนไม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับชัยพร วิชชาวุธ (2525) ได้กล่าวว่าการจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่างๆจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และคงไว้ซึ่งประสบการณ์หรือมีความรู้ในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นความคงทนในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถนำไปประสบการณ์ที่จำได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 15.62 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 78.08 โดยมีจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่นๆ และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน โดยคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านมีดังนี้ ด้านการเชื่อมโยงภายในวิชา คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 3.04 ด้านการเชื่อมโยงกับสาระอื่นๆ คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 3.04 และด้านการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็น 3.46 ทั้งนี้อธิบายได้ว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงภายในวิชาและการเชื่อมโยงกับสาระอื่นๆ มีคะแนนเท่ากันและสูงกว่า การเชื่อมโยงในชีวิตประจำวัน โดยครูผู้สอนปรับกิจกรรมให้มีโจทย์เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้น สรุปลงเนื้อหาที่เรียนทุกเรื่อง นอกจากนั้นยังเพิ่มกิจกรรมที่ส่งเสริมความสนุกสนานระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายและอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ต้องเป็นเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องหรือใกล้ตัวผู้เรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

แบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ศึกษาคะแนนพัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/6 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คะแนนของวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ พบว่า

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 สูงกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากคะแนนพัฒนาการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น คะแนนพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นอาจจะไม่ยุติธรรมสำหรับบางคนที่ได้คะแนนสอบ

จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนสัมพัทธ์แล้วทำให้รู้ว่า นักเรียนแต่ละคนมีคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 27.64 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พัฒนาการระดับกลาง นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นมากหรือน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสนใจในการเรียนและความถนัดของนักเรียน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนจำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 53.85 ของนักเรียนทั้งหมด มีพัฒนาการระดับกลาง และนักเรียนจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 46.15 ของนักเรียนทั้งหมด มีพัฒนาการระดับต้น แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับกลาง

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 สูงกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากคะแนนพัฒนาการดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น คะแนนพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นอาจจะไม่ยุติธรรมสำหรับบางคนที่ได้คะแนนสอบจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนสัมพัทธ์แล้วทำให้รู้ว่า นักเรียนแต่ละคนมีคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 31.68 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พัฒนาการระดับกลาง นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นมากหรือน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสนใจในการเรียนและความถนัดของนักเรียน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.85 ของนักเรียนทั้งหมด มีพัฒนาการระดับสูง นักเรียนจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 65.38 ของนักเรียนทั้งหมด มีพัฒนาการระดับกลาง และนักเรียนจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 30.77 ของนักเรียนทั้งหมด มีพัฒนาการระดับต้น แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์มีคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับกลาง

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรเลือกใช้กิจกรรมที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยพบเจอเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยง

กับประเด็นปัญหาที่จะศึกษาซึ่งได้จากกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้นในประเด็นที่ศึกษา

1.2 การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ในขั้นนำไปใช้ครูควรเน้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ซึ่งการที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริงนั้นจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

1.3 ในการพัฒนาการเขียนสรุปความของนักเรียน ครูผู้สอนควรศึกษาวิธีการและเทคนิคที่หลากหลายเพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเขียนสรุปความได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น เช่น การใช้ผังความคิด เป็นต้น

1.4 การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ที่มีการใช้สื่อที่เป็นภาพหรือวิดีโอเข้ามาเกี่ยวข้อง ครูผู้สอนควรเลือกใช้สื่อหรือวิดีโอที่ไม่สั้นหรือยาวเกินไป และเน้นสื่อหรือวิดีโอที่มีสีสันหรือภาพการ์ตูน นอกจากนี้ควรเพิ่มการใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น สื่อที่ให้นักเรียนได้ลองปฏิบัติด้วยตนเอง หรือการใช้เกม เป็นต้น

1.5 การออกแบบสถานการณ์นำเข้าสู่บทเรียนและสถานการณ์ประยุกต์ใช้ความรู้ ควรออกแบบให้เป็นสถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียนก่อนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ ส่วนในครั้งต่อไป ควรออกแบบสถานการณ์ให้ยากขึ้นและไกลตัวขึ้นเพื่อฝึกให้นักเรียนได้คิดในมุมมองที่กว้างออกไป

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากที่ได้รับจัดการการเรียนรู้

พูน ปณ ทิโต ชีเว

บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กชกร รุ่งหัวไผ่. (2547). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3). วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัย สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กรมวิชาการ. (2539). การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment). กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กรมวิชาการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.
- กรมวิชาการ. (2546). แนวทางการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). คู่มือการดำเนินงานโครงการสถานศึกษาสีขาวปลอดยาเสพติดและอบายมุขฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2559. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษา.
- กฤษดา นรินทร์. (2555). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กัญชนก กามะพร. (2553). การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบ SSSC และการสอนแบบ KWDL. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาวิทยาลัย สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กิ่งฟ้า สินธุวงศ์. (2543). ได้อะไรกับการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. ขอนแก่น : คลังนานา.

- คงศักดิ์ ธาตุทอง. (2542). การประยุกต์ใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน. *วารสารวิชาการ*, 2(8), 40-48.
- ชัยพร วิชชาวุธ. (2525). *มูลสารจิตวิทยา*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2545). *เทคนิคการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ : ไทย.
- นัยนา บุญสมร. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม *The Geometer's Sketchpad (GSP)* กับวิธีการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นาฏยา วงศ์อิทธารัตน์. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องบทประยุกต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2555). *การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2547). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ปรมาภรณ์ อนุพันธ์. (2544). *การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคนอง. (2547). *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์.
- โพธิทิพย์ วัชรเสวีศักดิ์. (2547). *การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงเรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างอุตสาหกรรม*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2537). *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนกลุ่มทักษะ 2 (คณิตศาสตร์)หน่วยที่ 1-7*. พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

- ยุพิน พลเรือง. (2557). *การพัฒนาการจัดการกิจกรรมรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์.
- วัชรสันต์ อินธิสาร. (2547). *ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วาสนา เมืองหนองจอก. (2550). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2554). *การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบ Backward Design*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- ศศิกันต์ พงษ์พัฒน์. (2555). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการประเมิน*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ส.วาสนา ประवालพฤษ์. (2538). *นักวางแผนวิจัยปฏิบัติการ (The Action Research Planner)*. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหนังสือกรมวิชาการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : ประสานการพิมพ์.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. (2544). *การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง*. เชียงใหม่ : The knowledge Center.
- สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา. (2545). *แนวทางการพัฒนาระบบประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา*. กรุงเทพฯ : องค์การการค้ารับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- สิรินธร สินจินดาวงศ์. (2547). *วิธีการวิเคราะห์ข้อสอบ*. *วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์*, 4(1), 21-33.
- สิริพร ทิพย์คง. (2543). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)

- สุธีรา แก้วบุญเรือง. (2555). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP กับการสอนปกติ*.  
 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาระบบความคิด*. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- เสาวนีย์ เกรียรย์. (2540). *คู่มือการอบรมการใช้แฟ้มสะสมงานนักเรียน*. กรุงเทพฯ : เนติกุล
- ไสว พักขาว. (2544). *หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ : เอ็มพันธ์.
- อรนุช ศรีสะอาด, สมบัติ ท้ายเรือคำ และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2550). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาสารคาม : ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุทุมพร จามรมาน. (2537). *การวิจัยของครู*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Barbato, R. A. (2000). "Policy Implications of Cooperative Learning on the Achievement and Attitudes of Secondary School Mathematics Students. *Dissertation Abstracts International*, 61(06), 2113-A.
- Callahan, J.F. and others. (1998). *Teaching in Middle and Secondary Schools*. 3rd ed. U.S.A. : MacMillan.
- Edwards, D. (1998). *The Compassionate Revolution: Radical Politics and Buddhism*. U.K. : Green Books.
- Gaeddert, T.J. (2001). Using Accelerated Math to Enhance Student Achievement in High School Mathematics Courses. [online]. available from : <<http://www.proquest.umi.com/> ERIC: ED463177>. [Retrieved 12 September 2017].
- Goodrich, H. (1997). Understanding Rubrics. *Educational Leadership*, 54(4), 29.
- Kemmis, S. and R. McTaggart. (1988). *The Action Research Planer*. 3rd ed. Victoria : Deakin. University.



Kyle, D.W., McIntyre, E. and G.H. Moore. (2001). Connecting Mathematics Instruction with the Families of Young Children. *Teaching Children Mathematics*, 8(2), 80-86.

Lawson, M.J. and M. Chinnappan. (2001). Knowledge Connectedness In Geometry Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(1), 26-43.

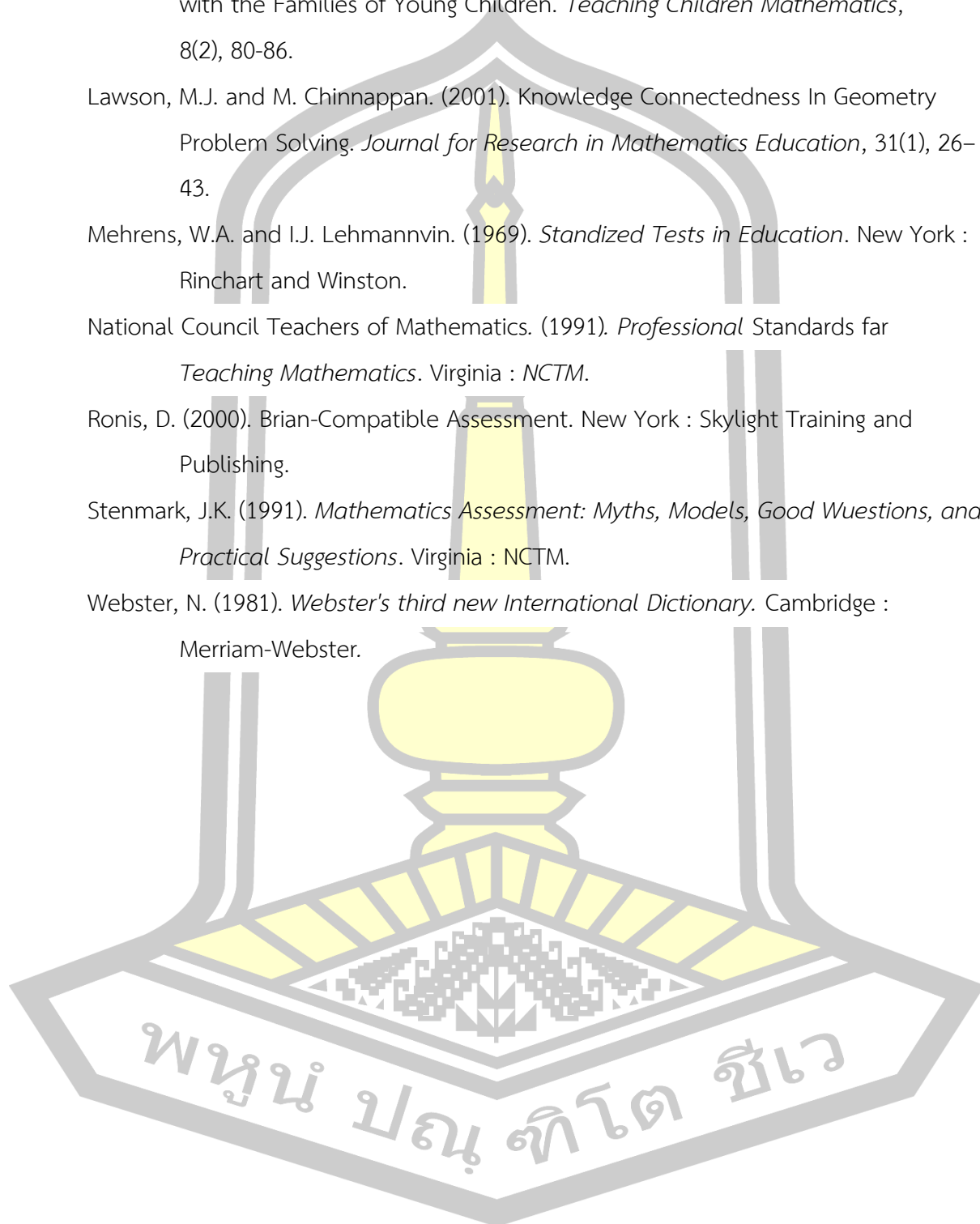
Mehrens, W.A. and I.J. Lehmannvin. (1969). *Standized Tests in Education*. New York : Rinchart and Winston.

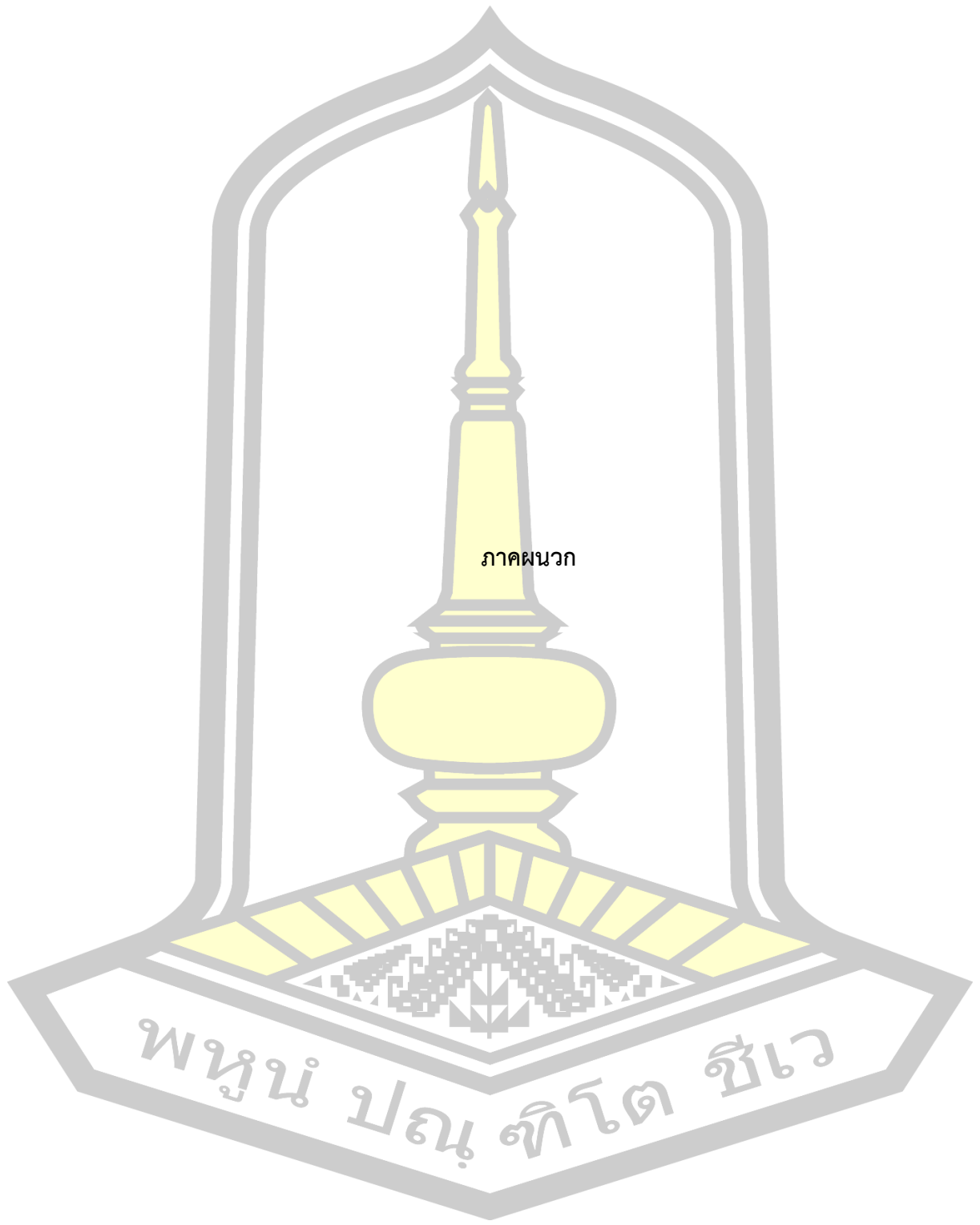
National Council Teachers of Mathematics. (1991). *Professional Standards far Teaching Mathematics*. Virginia : NCTM.

Ronis, D. (2000). *Brian-Compatible Assessment*. New York : Skylight Training and Publishing.

Stenmark, J.K. (1991). *Mathematics Assessment: Myths, Models, Good Wuestions, and Practical Suggestions*. Virginia : NCTM.

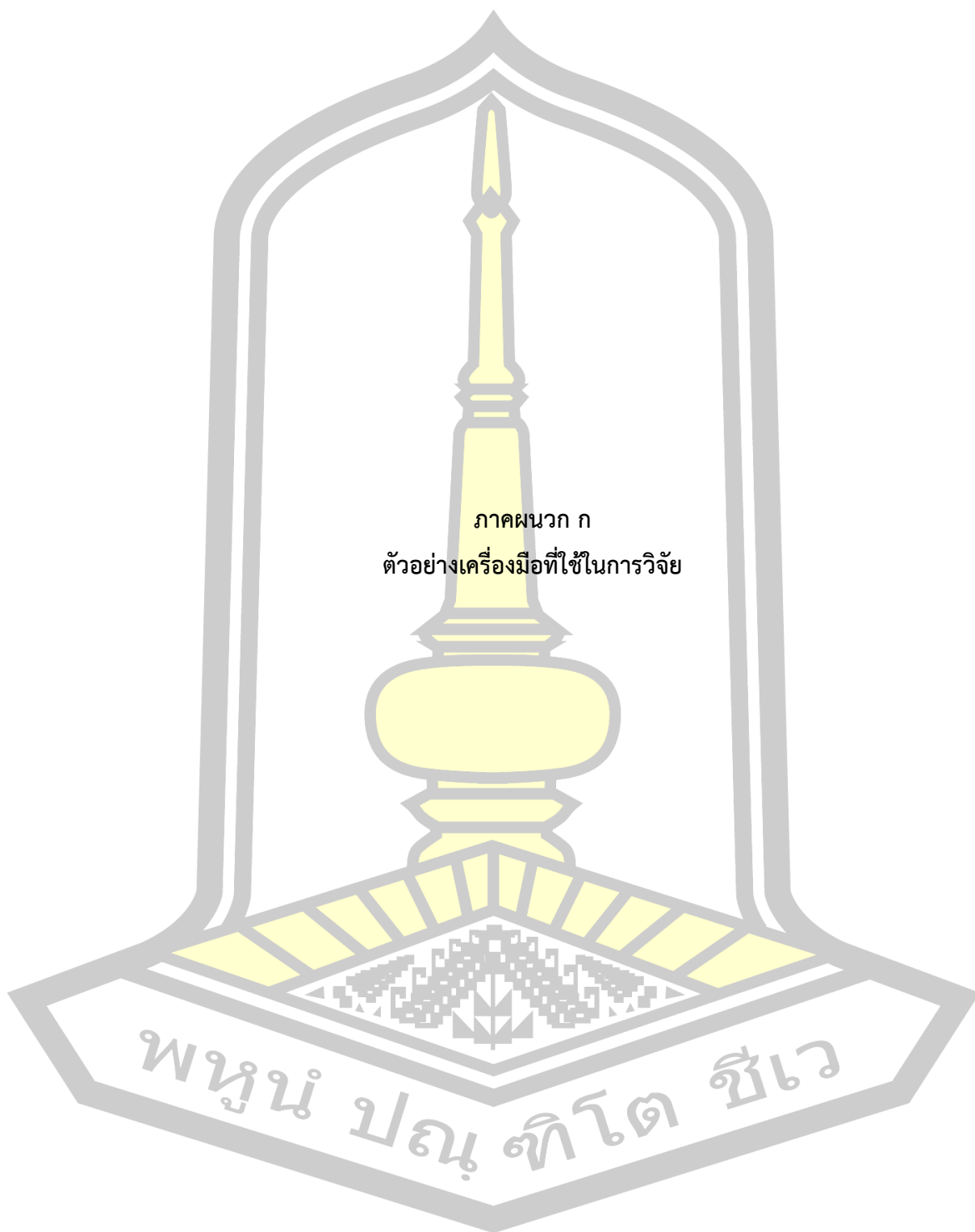
Webster, N. (1981). *Webster's third new International Dictionary*. Cambridge : Merriam-Webster.





ภาคผนวก

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว



ภาคผนวก ก  
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุบัณฑิตยาลัย

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ เรขาคณิตวิเคราะห์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องระยะทางระหว่างจุดสองจุด

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2561

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

หาระยะทางระหว่างจุดสองจุด จุดกึ่งกลาง ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดได้

### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถหาระยะทางระหว่างจุดสองจุดที่กำหนดให้ได้ (K)

2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

และสื่อความหมายได้ถูกต้อง (P)

3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ได้

(P)

4. นักเรียนมีความรับผิดชอบและมีความตรงต่อเวลา (A)

### 3. สาระสำคัญ

ระยะทางระหว่างจุดสองจุด และจุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุดสามารถใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสหาได้

### 4. สาระการเรียนรู้

ทฤษฎีบท 1 ถ้า  $P_1(x_1, y_1)$  และ  $P_2(x_2, y_2)$  เป็นจุดในระนาบ

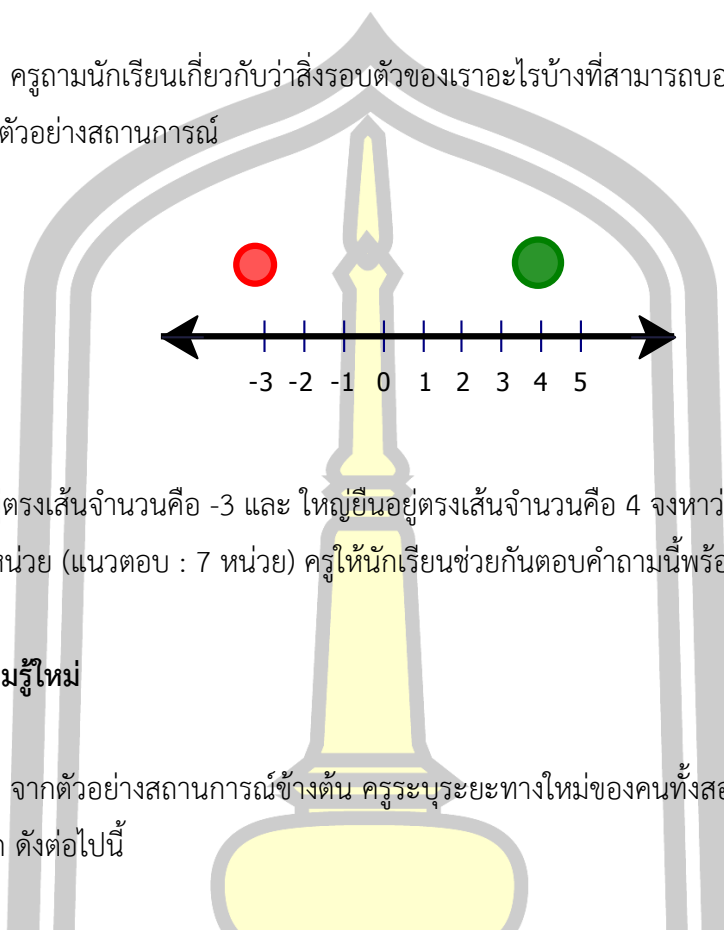
ระยะทางระหว่างจุด  $P_1$  และ  $P_2$  เท่ากับ  $P_1P_2 = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$

### 5. กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้

- รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทางคณิตศาสตร์

## ขั้นทบทวนความรู้เดิม

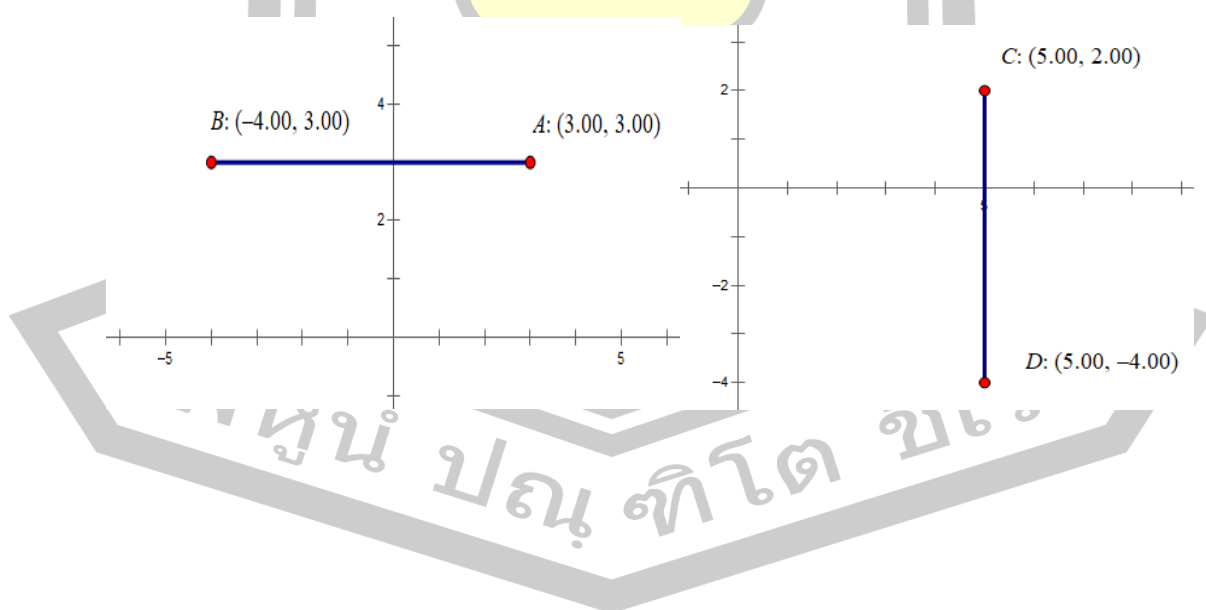
1. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับว่าสิ่งรอบตัวของเราอะไรบ้างที่สามารถบอกหรือหาระยะทางได้พร้อมกับยกตัวอย่างสถานการณ์



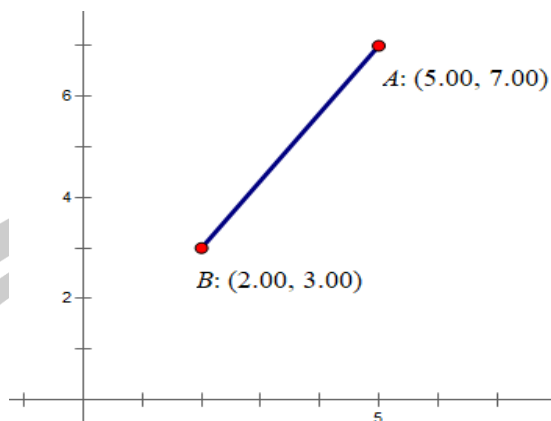
ถ้าเล็กยืนอยู่ตรงเส้นจำนวนคือ  $-3$  และ ใหญ่ยืนอยู่ตรงเส้นจำนวนคือ  $4$  จงหาว่าทั้งสองยืนอยู่ห่างกันเป็นระยะกี่หน่วย (แนวตอบ :  $7$  หน่วย) ครูให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามนี้พร้อมเฉลยแนวคิด

## ขั้นสอนความรู้ใหม่

2. จากตัวอย่างสถานการณ์ข้างต้น ครูระบุระยะทางใหม่ของคนทั้งสองให้อยู่บนเส้นพิกัดฉาก ดังต่อไปนี้

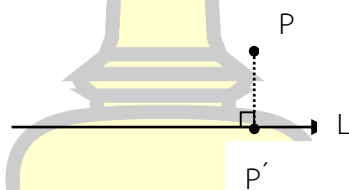


ศูนย์ ปณ. ที. โตะ ข.

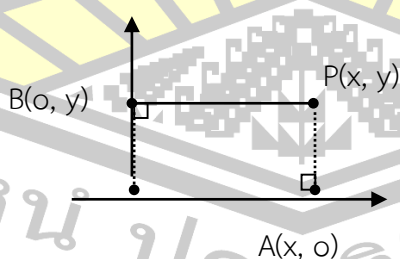


ให้นักเรียนช่วยกันเสนอแนวความคิดคำตอบของระยะทางในระบบพิกัดฉากทั้งสามรูป ครูอธิบายเพิ่มเติมในการหาระยะทางระหว่างจุดสองจุด

โปรเจกชันของจุด  $P$  บนเส้นตรง  $L$  หมายถึง จุดบนเส้นตรง  $L$  ที่เกิดจากการลากเส้นตรงจากจุด  $P$  มาตั้งฉากกับเส้นตรง  $L$  ดังรูป



โปรเจกชันของจุด  $P(x, y)$  บนพิกัดฉาก



โปรเจกชันของจุด  $P(x, y)$  บนแกน  $X$  คือ  $A(x, 0)$

โปรเจกชันของจุด  $P(x, y)$  บนแกน  $Y$  คือ  $A(0, y)$

ครูยกตัวอย่างโปรเจกชันแบบต่างๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมา

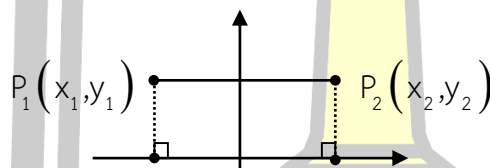
### ระยะทางระหว่างจุดสองจุด

บนเส้นจำนวน ถ้า  $P_1$  แทนจำนวนจริง  $x_1$  และจุด  $P_2$  แทนจำนวนจริง  $x_2$  ระยะทางระหว่างจุด  $P_1$  และ  $P_2$  คือค่าสัมบูรณ์ของ  $x_1 - x_2$  เขียนแทนด้วย  $P_1P_2$  หรือ  $|\overline{P_1P_2}|$

$$\text{นั่นคือ } P_1P_2 = |\overline{P_1P_2}| = |x_1 - x_2|$$

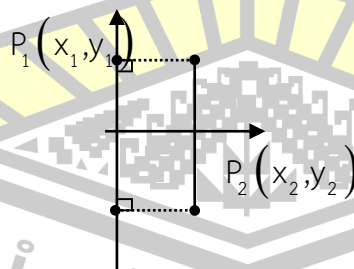
ถ้าบนระนาบพิกัดฉาก ถ้าจุด  $P_1(x_1, y_1)$  และ  $P_2(x_2, y_2)$  ใดๆ ที่  $\overline{P_1P_2}$  ขนานกับแกน X หรือขนานกับแกน Y สามารถแสดงได้ว่า

1. ถ้า  $\overline{P_1P_2}$  ขนานกับแกน X



$$\text{จะได้ } P_1P_2 = |\overline{P_1P_2}| = |x_1 - x_2|$$

2. ถ้า  $\overline{P_1P_2}$  ขนานกับแกน Y

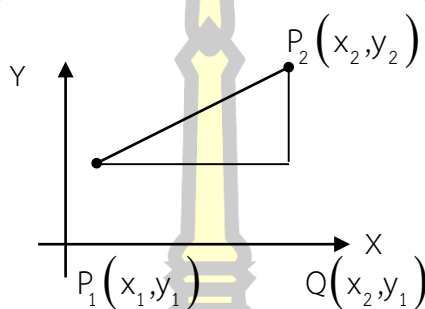


$$\text{จะได้ } P_1P_2 = |\overline{P_1P_2}| = |y_1 - y_2|$$

และในกรณีที่จุดทั้งสองอยู่บนเส้นตรงซึ่งไม่ขนานกับแกน X และ แกน Y ครุยยกตัวอย่างและแสดงวิธีการกำหนดจุดในระนาบบนแกน X และแกน Y พร้อมทั้งอธิบายถึงวิธีการหาความยาว

ของจุดสองจุดบนระนาบ จากการดูค่าของคู่อันดับในแต่ละแกน โดยใช้วิธีการลากเส้นต่อให้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เช่น จงหาระยะทางจากจุด  $P_1(x_1, y_1)$  จุด  $P_2(x_2, y_2)$  เมื่อลากเส้นต่อให้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากจะได้จุดที่เกิดใหม่บนแกน X และแกน Y

สมมติให้เป็นจุด Q ดังนั้นจะได้จุด  $Q(x_2, y_1)$  ดังรูป



ครูถามนักเรียนว่าจากรูปนี้จะสามารถสร้างทฤษฎีต่อไปได้อย่างไร โดยครูอาจให้คำแนะนำนักเรียนว่าเป็นเรื่องที่เคยเรียนผ่านมาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม จากนั้นครูอธิบายถึงการใช้ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส ดังนี้

$$(P_1P_2)^2 = (P_1Q)^2 + (QP_2)^2$$

$$(P_1P_2)^2 = |x_2 - x_1|^2 + |y_2 - y_1|^2$$

$$(P_1P_2)^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$$

$$\text{ดังนั้น } P_1P_2 = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

จากสถานการณ์ข้างต้นเราจะสามารถหาคำตอบได้ดังนี้

**ตัวอย่าง** จงหาระยะทางระหว่าง A (-4, 3) และ B (3, 3)

**วิธีทำ** เนื่องจาก AB ขนานแกน X

$$\text{จะได้ } AB = |-4 - (3)|$$

$$= |-7|$$

$$= 7 \text{ หน่วย}$$



**ตัวอย่าง** จงหาระยะทางระหว่าง A (5, 2) และ B (5, -4)

**วิธีทำ** เนื่องจาก AB ขนานแกน Y

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } AB &= |-4 - 2| \\ &= |-6| \\ &= 6 \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

**ตัวอย่าง** จงหาระยะทางระหว่างจุด A (2,3) และจุด B (5,7)

**วิธีทำ** จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } AB &= \sqrt{(2-5)^2 + (3-7)^2} \\ &= \sqrt{3^2 + 4^2} \\ &= \sqrt{9+16} \\ &= \sqrt{25} \\ &= 5 \end{aligned}$$

### ขั้นสรุป

3. ครูให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ออกมาในรูปแบบต่างๆ โดยครูแนะแนวทางให้อยู่ในแนวคำตอบเดียวกัน

### ขั้นฝึกทักษะ

4. ครูแจกใบงานที่ 3.1 เรื่อง ระยะทางระหว่างจุดสองจุด ให้นักเรียนทำ

### ขั้นนำไปใช้

5. ครูให้นักเรียนจับคู่แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

**กิจกรรม** รถสองคันวิ่งออกจากสี่แยกพร้อมกัน คันแรกมุ่งหน้าไปทางทิศเหนือ คันที่สองมุ่งหน้าไปทางทิศตะวันออก รถทั้งสองคันวิ่งด้วยความเร็วคงที่ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาว่าเมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง รถทั้งสองคันอยู่ห่างกันกี่กิโลเมตร แล้วสุ่มนักเรียนออกมาเฉลย 2 – 3 คู่ พร้อมให้นักเรียนอธิบายวิธีคิด โดยครูคอยแก้ไขในส่วนที่ผิดให้กับนักเรียน

## ขั้นประเมินผล

6. ครูให้นักเรียนทำโจทย์ในแบบฝึกหัด 3.1.1 ข้อ 3 และข้อ 9 เพื่อเป็นการทดสอบ

### 6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. ใบงานที่ 3.1 เรื่อง ระยะทางระหว่างจุดสองจุด
2. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 บทที่ 3 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560)
3. สื่ออินเทอร์เน็ต

## 7. การวัดและประเมินผล

### 1. การวัดผล

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถหาระยะทางระหว่างจุดสองจุดที่กำหนดให้ได้	การตรวจผลงาน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเป็นระเบียบของแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด - ใบงาน - การถาม ตอบ	อยู่ในระดับ 2
ด้านทักษะ : - นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และสื่อความหมายได้ถูกต้อง - นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้	การตรวจผลงานและแนวคิดของคำตอบ	- ใบงาน - กิจกรรม - การถาม ตอบ	อยู่ในระดับ 2
ด้านเจตคติ : นักเรียนมีความรับผิดชอบและมี ความตรงต่อเวลา	การสังเกตความรับผิดชอบ และมีความตรงต่อเวลา	แบบประเมินผล ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	อยู่ในระดับ 2

## 2. เกณฑ์การประเมิน

## เกณฑ์การประเมินด้านความรู้

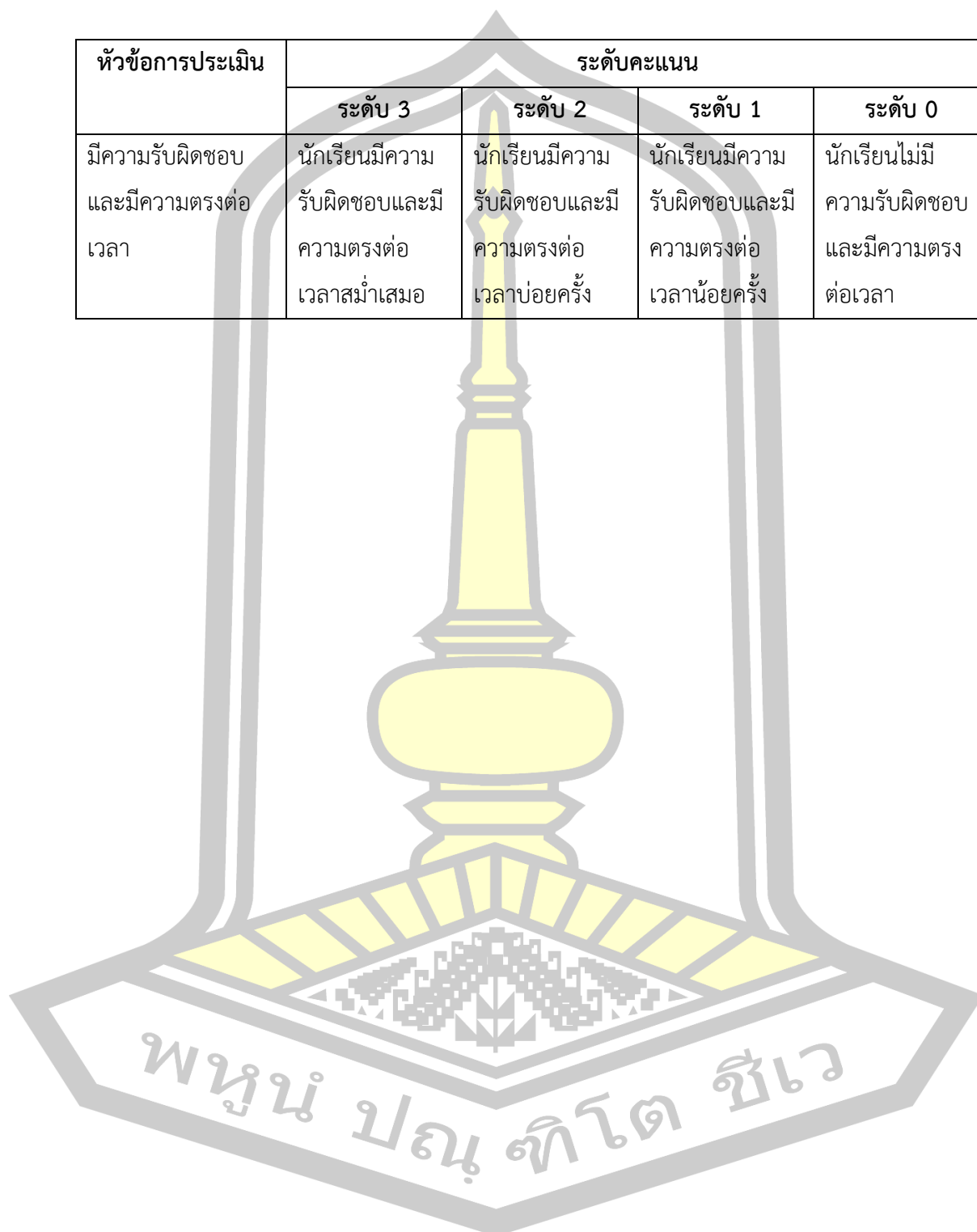
หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
สามารถหา ระยะทางระหว่าง จุดสองจุดที่ กำหนดให้ได้	สามารถหา ระยะทาง ระหว่างจุดสอง จุดที่กำหนดให้ได้ ทั้งหมด	สามารถหา ระยะทาง ระหว่างจุดสอง จุดที่กำหนดให้ได้ 70เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมด	สามารถหา ระยะทาง ระหว่างจุดสอง จุดที่กำหนดให้ได้ 50เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมด	ไม่สามารถหา ระยะทาง ระหว่างจุดสอง จุดที่กำหนดให้ได้

## เกณฑ์การประเมินทักษะ

หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
สามารถแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์และ ใช้สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ และสื่อ ความหมายได้ ถูกต้อง	สามารถ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์และ ใช้สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ และสื่อ ความหมายได้ ถูกต้องทั้งหมด	สามารถแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ และใช้สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ และสื่อ ความหมายได้ ถูกต้อง 70 เปอร์เซ็นต์ของ ทั้งหมด	สามารถแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ และใช้สัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ และสื่อความหมาย ได้ถูกต้อง 50 เปอร์เซ็นต์ของ ทั้งหมด	ไม่สามารถ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์และ ใช้สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ และสื่อ ความหมายได้ ถูกต้อง
นักเรียนสามารถ เชื่อมโยงความรู้ ต่างๆ ทาง คณิตศาสตร์และ เชื่อมโยงกับศาสตร์ อื่นๆได้	สามารถเชื่อมโยง ความรู้ต่างๆ ทาง คณิตศาสตร์และ เชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่นๆได้ ถูกต้องทั้งหมด	สามารถเชื่อมโยง ความรู้ต่างๆ ทาง คณิตศาสตร์และ เชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่นๆได้ 70 เปอร์เซ็นต์ของ ทั้งหมด	สามารถเชื่อมโยง ความรู้ต่างๆ ทาง คณิตศาสตร์และ เชื่อมโยงกับศาสตร์ อื่นๆได้ 50 เปอร์เซ็นต์ของ ทั้งหมด	ไม่สามารถ เชื่อมโยงความรู้ ต่างๆ ทาง คณิตศาสตร์และ เชื่อมโยงกับ ศาสตร์อื่นๆได้

เกณฑ์การประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
มีความรับผิดชอบ และมีความตรงต่อ เวลา	นักเรียนมีความ รับผิดชอบและมี ความตรงต่อ เวลาสม่ำเสมอ	นักเรียนมีความ รับผิดชอบและมี ความตรงต่อ เวลาบ่อยครั้ง	นักเรียนมีความ รับผิดชอบและมี ความตรงต่อ เวลาน้อยครั้ง	นักเรียนไม่มี ความรับผิดชอบ และมีความตรง ต่อเวลา



ตัวอย่างแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้  
การร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ...4...

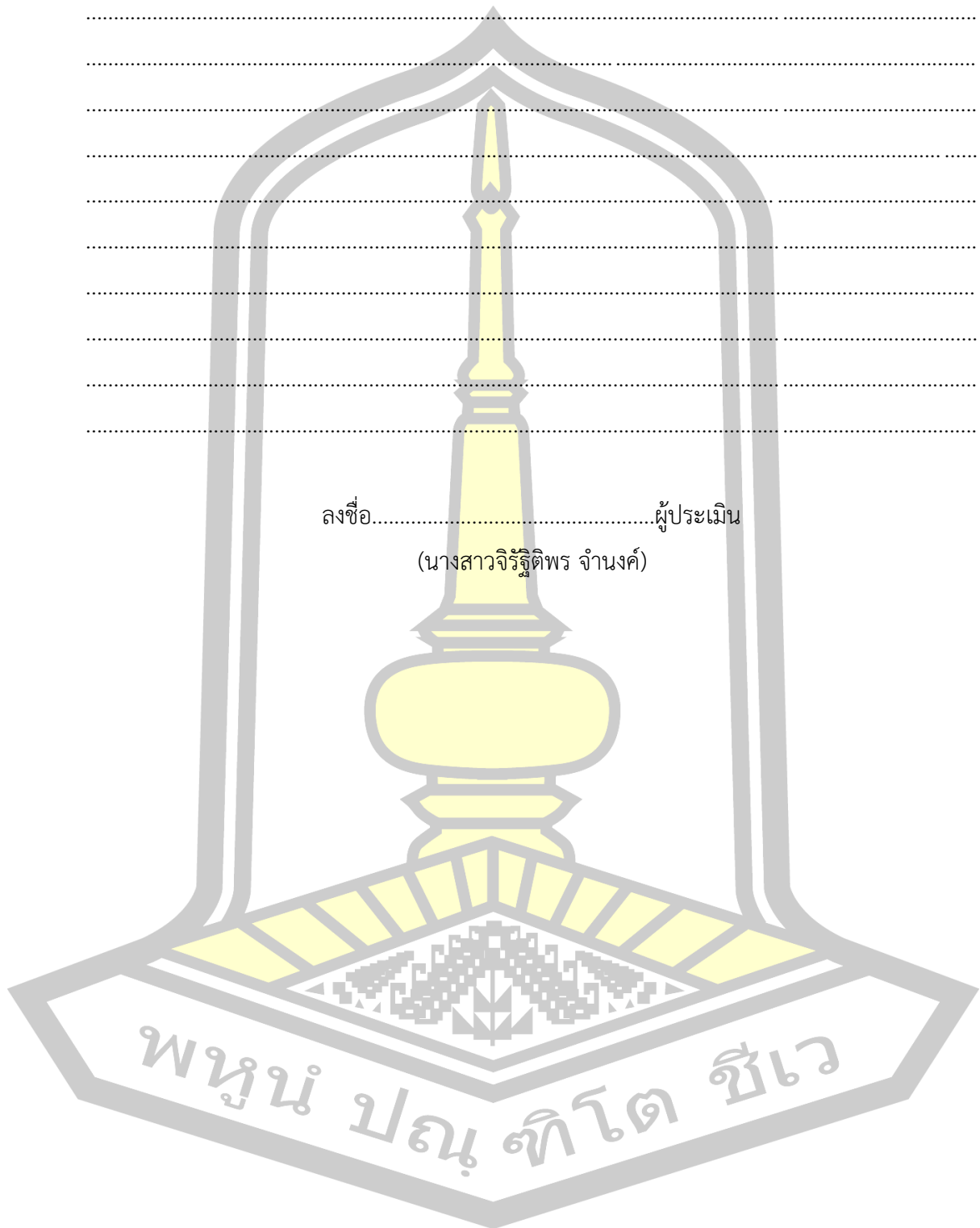
รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค30202

วันที่.....เดือน.....ปี..... เรื่อง ระยะทางระหว่างจุดสองจุด

คำชี้แจง ครูผู้สอนเขียนคะแนน 0, 1, 2, 3 ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามเกณฑ์การสังเกต

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ความ	ความตรง	รวม	สรุป	
		รับผิดชอบ	ต่อเวลา		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						

บันทึกเพิ่มเติม



## 8. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 บทที่ 3 ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

- สื่อออนไลน์

## 9. บันทึกผลหลังการสอน

ห้อง 4/3

### 9.1 ผลการจัดการเรียนรู้

---

---

---

---

### 9.2 ปัญหาและอุปสรรค

---

---

---

---

### 9.3 แนวทางการแก้ไข

---

---

---

---

ห้อง 4/4

### 9.1 ผลการจัดการเรียนรู้

---

---

---

---

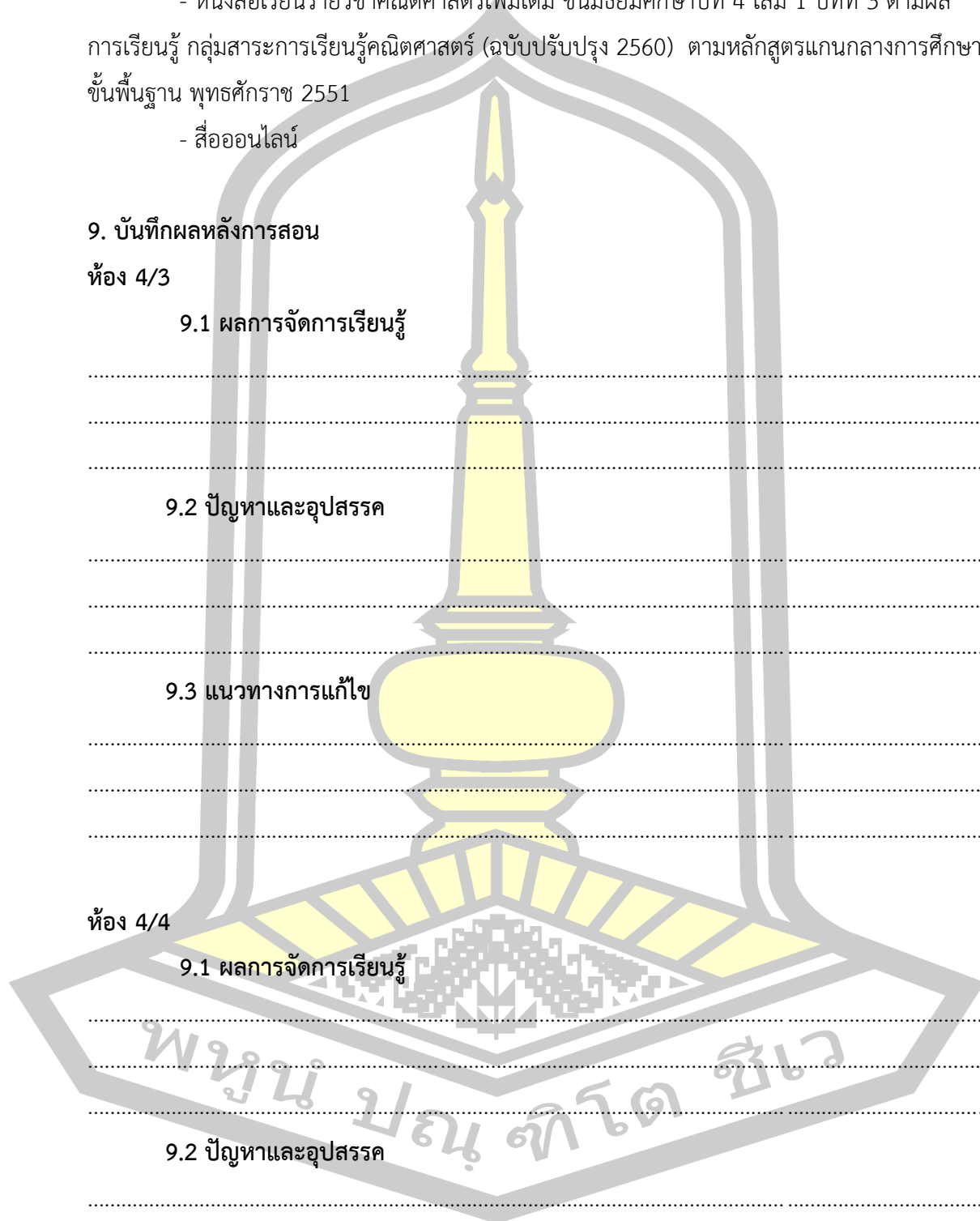
### 9.2 ปัญหาและอุปสรรค

---

---

---

---



9.3 แนวทางการแก้ไข

ห้อง 4/6

9.1 ผลการจัดการเรียนรู้

9.2 ปัญหาและอุปสรรค

9.3 แนวทางการแก้ไข

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวจิรัฐิติพร จำนงค์)

นิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

10. ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

พจน ษณ ทีโต ชเว

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นายสงวนศักดิ์ โกสินันท์)



11. ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....หัวหน้ากลุ่มสาระ

(นางชวนพิศ เหมพนม)

12. ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของรองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

.....

.....

ลงชื่อ.....รองผู้อำนวยการ

(นายนิคม วิทาโน)

13. ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้บริหาร

(นายมีศิลป์ ชินภักดี)

พูน ปรณ ทิโต ชีเว

ใบงานที่ 3.1  
เรื่อง ระยะทางระหว่างจุดสองจุด

1. จงหาระยะห่างระหว่างจุด A และ B ที่กำหนดไว้ในแต่ละข้อ

1) A (-4, 6) และ B (-4, 3)

2) A (3, 0) และ B (0, -4)

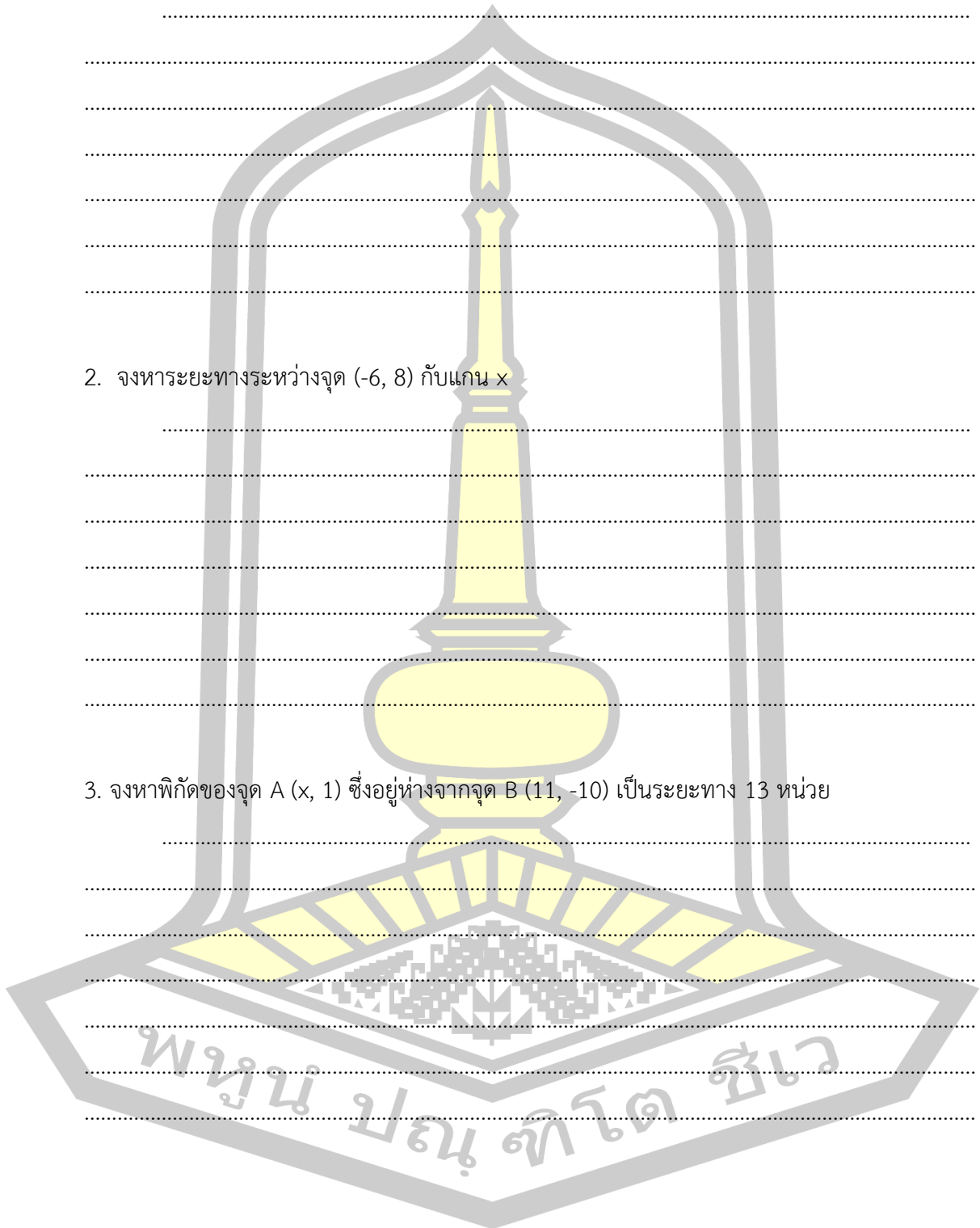
3) A (4, -3) และ B (-2, 5)

พูน บณ ทิโต ชีเว

4) A (5, -2) และ B (2, -4)

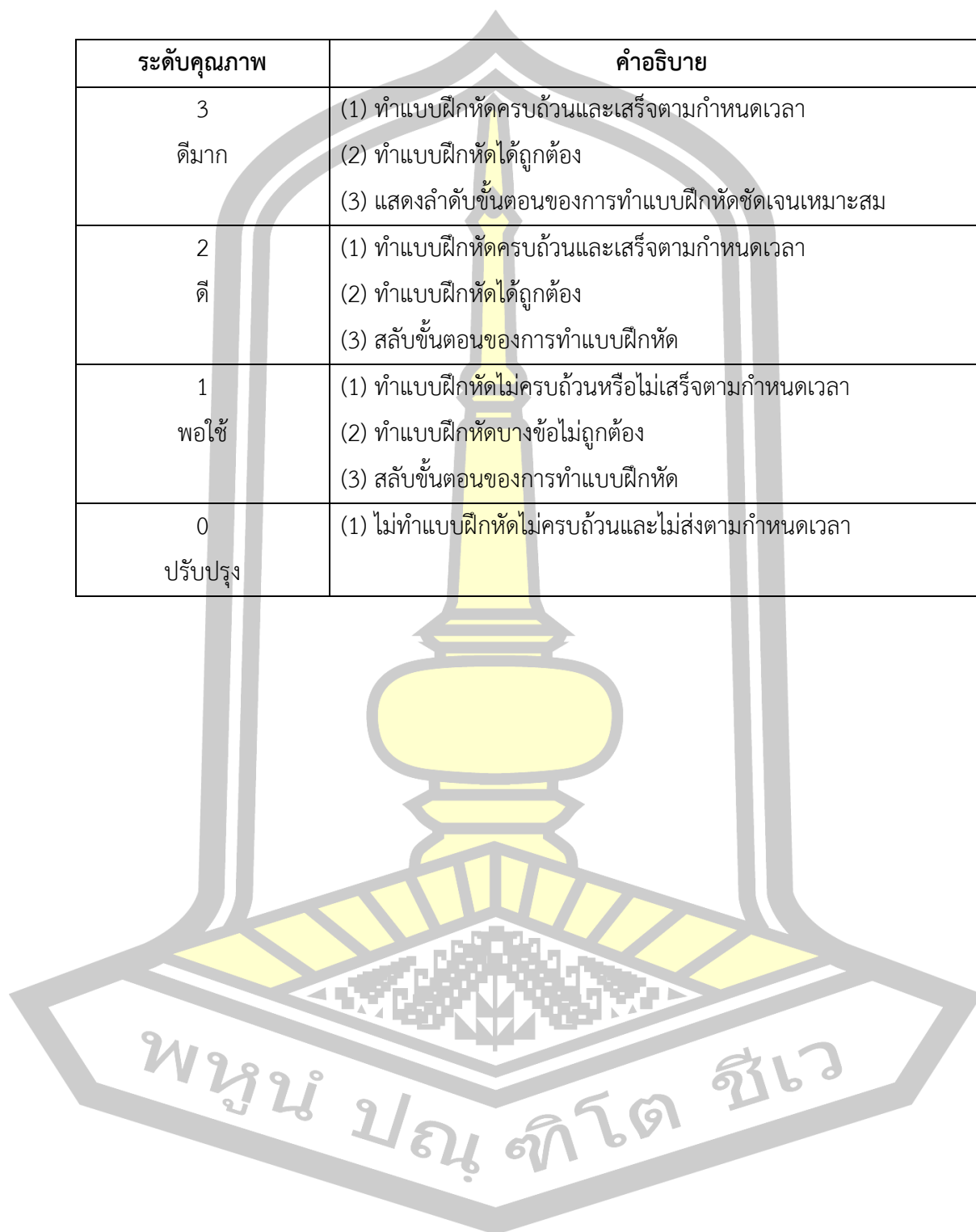
2. จงหาระยะทางระหว่างจุด (-6, 8) กับแกน x

3. จงหาพิกัดของจุด A (x, 1) ซึ่งอยู่ห่างจากจุด B (11, -10) เป็นระยะทาง 13 หน่วย



## เกณฑ์ประเมินใบงาน

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
3 ดีมาก	(1) ทำแบบฝึกหัดครบถ้วนและเสร็จตามกำหนดเวลา (2) ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง (3) แสดงลำดับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัดชัดเจนเหมาะสม
2 ดี	(1) ทำแบบฝึกหัดครบถ้วนและเสร็จตามกำหนดเวลา (2) ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง (3) สลับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัด
1 พอใช้	(1) ทำแบบฝึกหัดไม่ครบถ้วนหรือไม่เสร็จตามกำหนดเวลา (2) ทำแบบฝึกหัดบางข้อไม่ถูกต้อง (3) สลับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัด
0 ปรับปรุง	(1) ไม่ทำแบบฝึกหัดไม่ครบถ้วนและไม่ส่งตามกำหนดเวลา



## ตัวอย่างแบบประเมินใบงาน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

## เรื่อง ระยะเวลาระหว่างจุดสองจุด

คำชี้แจง ครูผู้สอนทำเครื่องหมายถูก ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามรายการสังเกต

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ระดับคุณภาพ				สรุป	
		3	2	1	0	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป

บันทึกเพิ่มเติม

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวจิรัฐิติพร จำนงค์)

## เกณฑ์ประเมินกิจกรรม

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
3 ดีมาก	<p>(1) สามารถเขียนแก้ปัญหากิจกรรมและใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน</p> <p>(2) สามารถทำโจทย์เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน</p> <p>(3) แสดงลำดับขั้นตอนของการทำกิจกรรมชัดเจนเหมาะสม</p>
2 ดี	<p>(1) สามารถเขียนแก้ปัญหากิจกรรมและใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และสื่อความหมายได้เป็นส่วนใหญ่</p> <p>(2) สามารถทำโจทย์เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้เป็นส่วนใหญ่</p> <p>(3) สลับขั้นตอนของการทำกิจกรรม</p>
1 พอใช้	<p>(1) สามารถเขียนแก้ปัญหากิจกรรมและใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และสื่อความหมายได้บางส่วน</p> <p>(2) สามารถทำโจทย์เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้บางส่วน</p> <p>(3) สลับขั้นตอนของการทำกิจกรรม</p>
0 ปรับปรุง	<p>(1) ไม่สามารถเขียนแก้ปัญหากิจกรรมและใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และสื่อความหมายได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน</p> <p>(2) ไม่สามารถทำโจทย์เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน</p>

พูน ปณ ทิโต ชีเว

## ตัวอย่างแบบประเมินกิจกรรม

วันที่.....เดือน.....ปี.....

## เรื่อง ระยะเวลาระหว่างจุดสองจุด

คำชี้แจง ครูผู้สอนทำเครื่องหมายถูก ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามรายการสังเกต

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ระดับคุณภาพ				สรุป	
		3	2	1	0	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป

บันทึกเพิ่มเติม

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

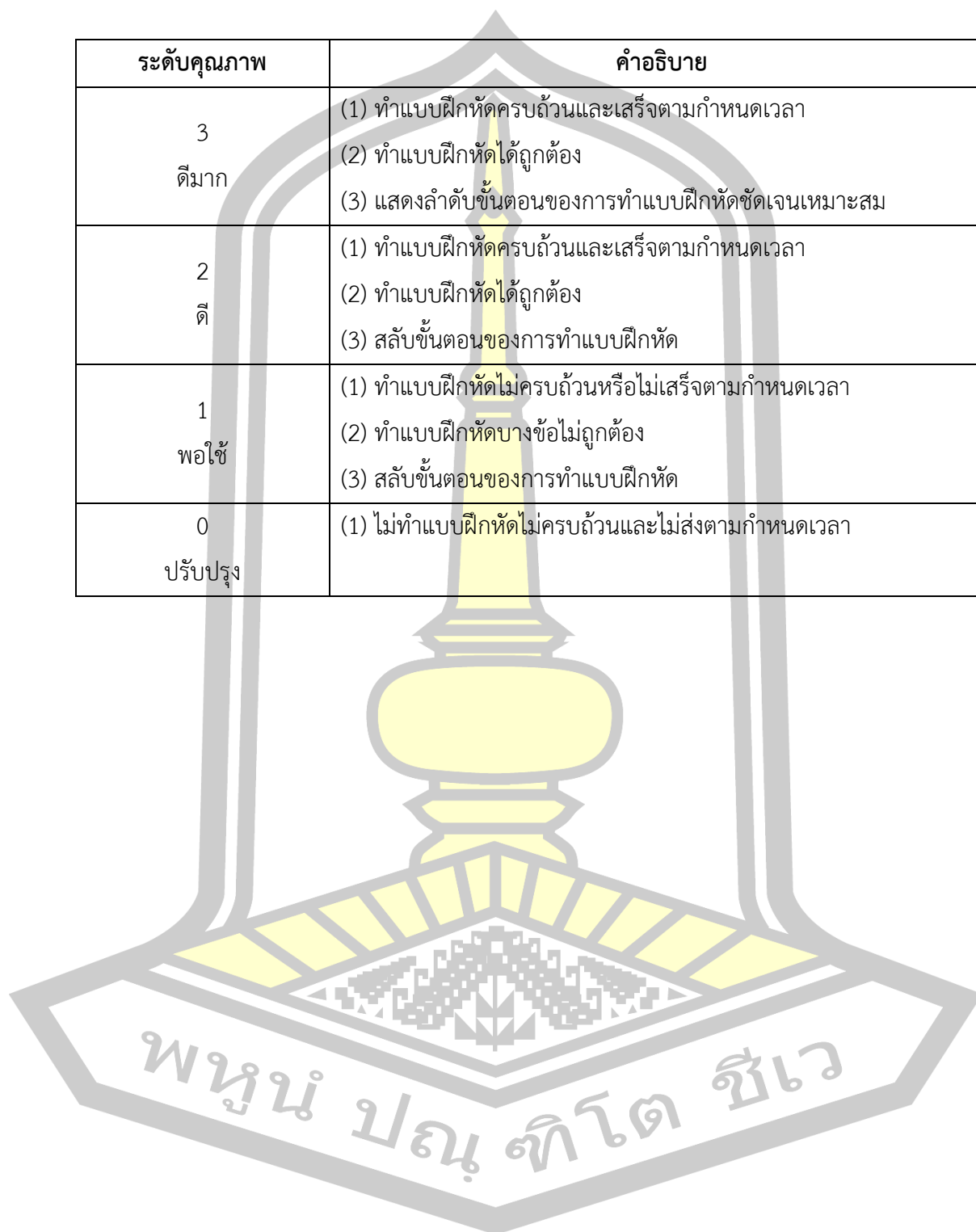
(นางสาวจิรัฐติพร จำนงค์)





## เกณฑ์ประเมินแบบฝึกหัด (ทดสอบ)

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
3 ดีมาก	(1) ทำแบบฝึกหัดครบถ้วนและเสร็จตามกำหนดเวลา (2) ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง (3) แสดงลำดับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัดชัดเจนเหมาะสม
2 ดี	(1) ทำแบบฝึกหัดครบถ้วนและเสร็จตามกำหนดเวลา (2) ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง (3) สลับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัด
1 พอใช้	(1) ทำแบบฝึกหัดไม่ครบถ้วนหรือไม่เสร็จตามกำหนดเวลา (2) ทำแบบฝึกหัดบางข้อไม่ถูกต้อง (3) สลับขั้นตอนของการทำแบบฝึกหัด
0 ปรับปรุง	(1) ไม่ทำแบบฝึกหัดไม่ครบถ้วนและไม่ส่งตามกำหนดเวลา



ตัวอย่างแบบประเมินแบบฝึกหัด

วันที่.....เดือน.....ปี.....

เรื่อง ระยะเวลาระหว่างจุดสองจุด

คำชี้แจง ครูผู้สอนทำเครื่องหมายถูก ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามรายการสังเกต

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ระดับคุณภาพ				สรุป	
		3	2	1	0	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การประเมิน ผู้ผ่านการประเมินต้องได้คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป

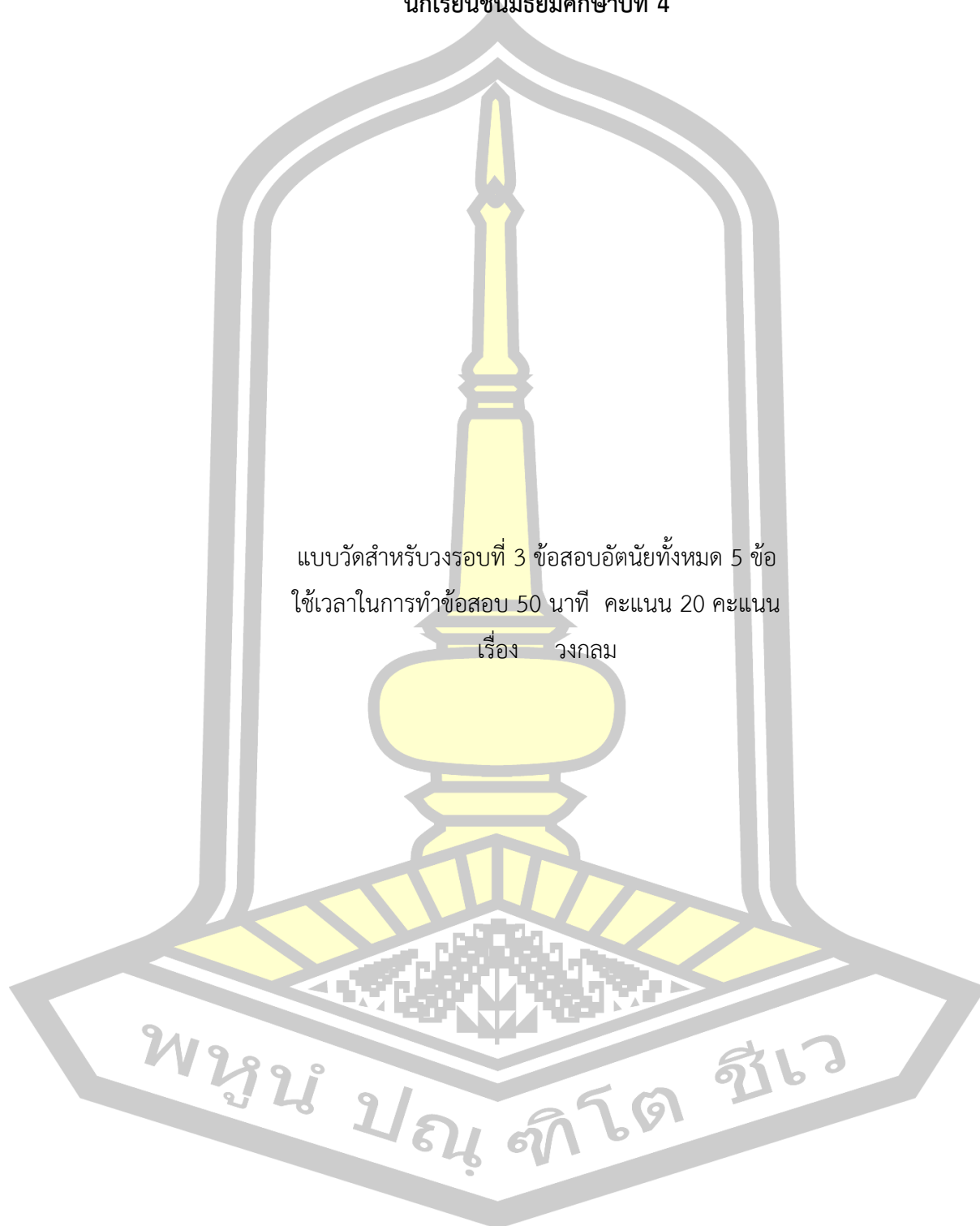
บันทึกเพิ่มเติม

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวจิรัฐิติพร จำนงค์)

แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบวัดสำหรับวงรอบที่ 3 ข้อสอบอัตนัยทั้งหมด 5 ข้อ  
ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 50 นาที คะแนน 20 คะแนน  
เรื่อง วงกลม



### แบบทดสอบครั้งที่ 3

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียดพร้อมบอกว่าปัญหาแต่ละข้อใช้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องอะไรบ้าง

1. จากรูป จงบอกลักษณะของระนาบที่ตัดกรวยและเส้นโค้งที่เกิดจากการตัดกรวยเป็นรูปอะไร และอธิบายบทนิยามของเส้นโค้งที่เกิดจากการตัดกรวยรูปนี้

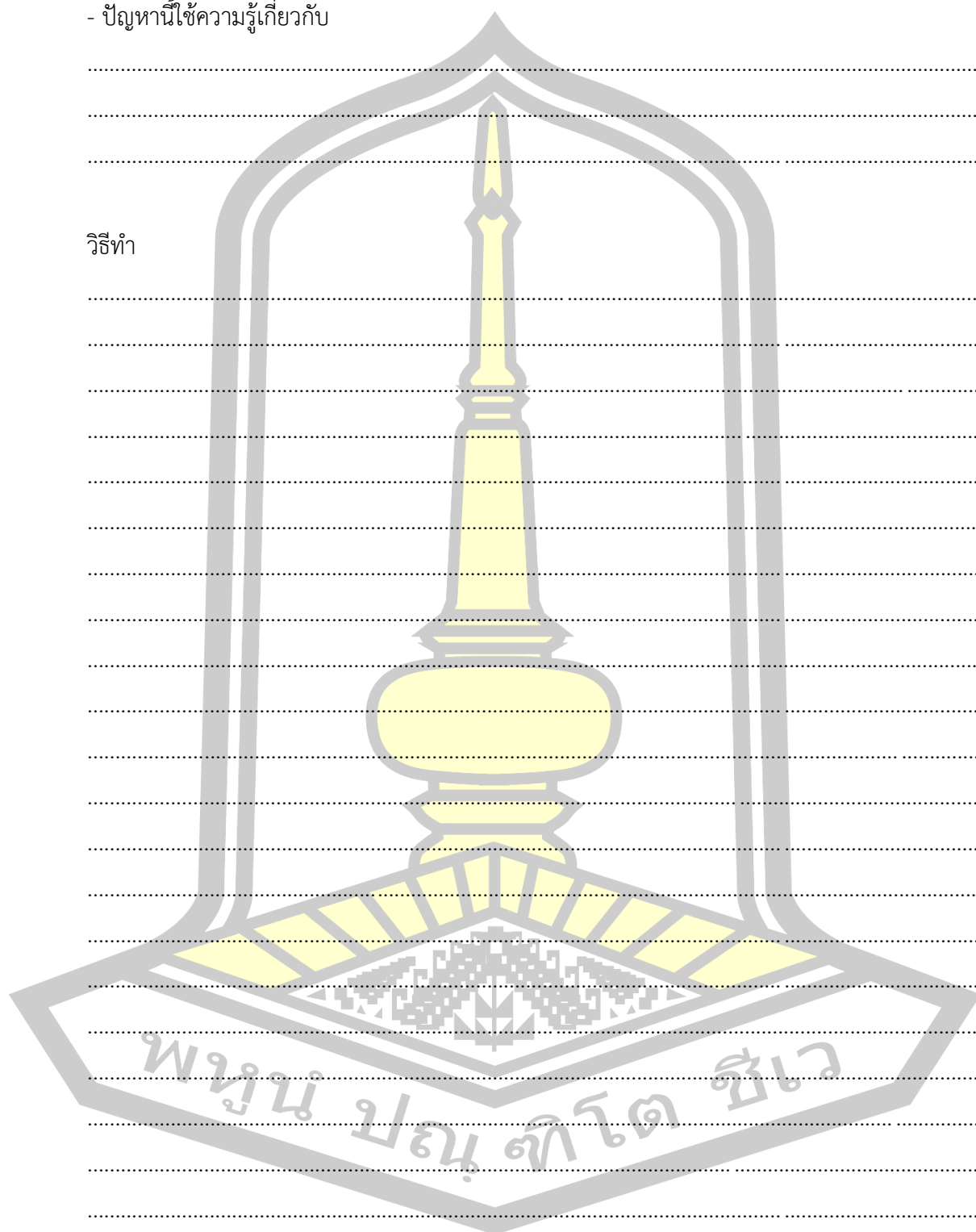
- ปัญหานี้ใช้ความรู้เกี่ยวกับ

วิธีทำ

พจนัน ปณุ ทิโต ชีเว

2. จงหาจุดศูนย์กลางและรัศมีของวงกลมที่มีสมการเป็น  $(x - 4)^2 + (y + 1)^2 = 7$   
- ปัญหานี้ใช้ความรู้เกี่ยวกับ

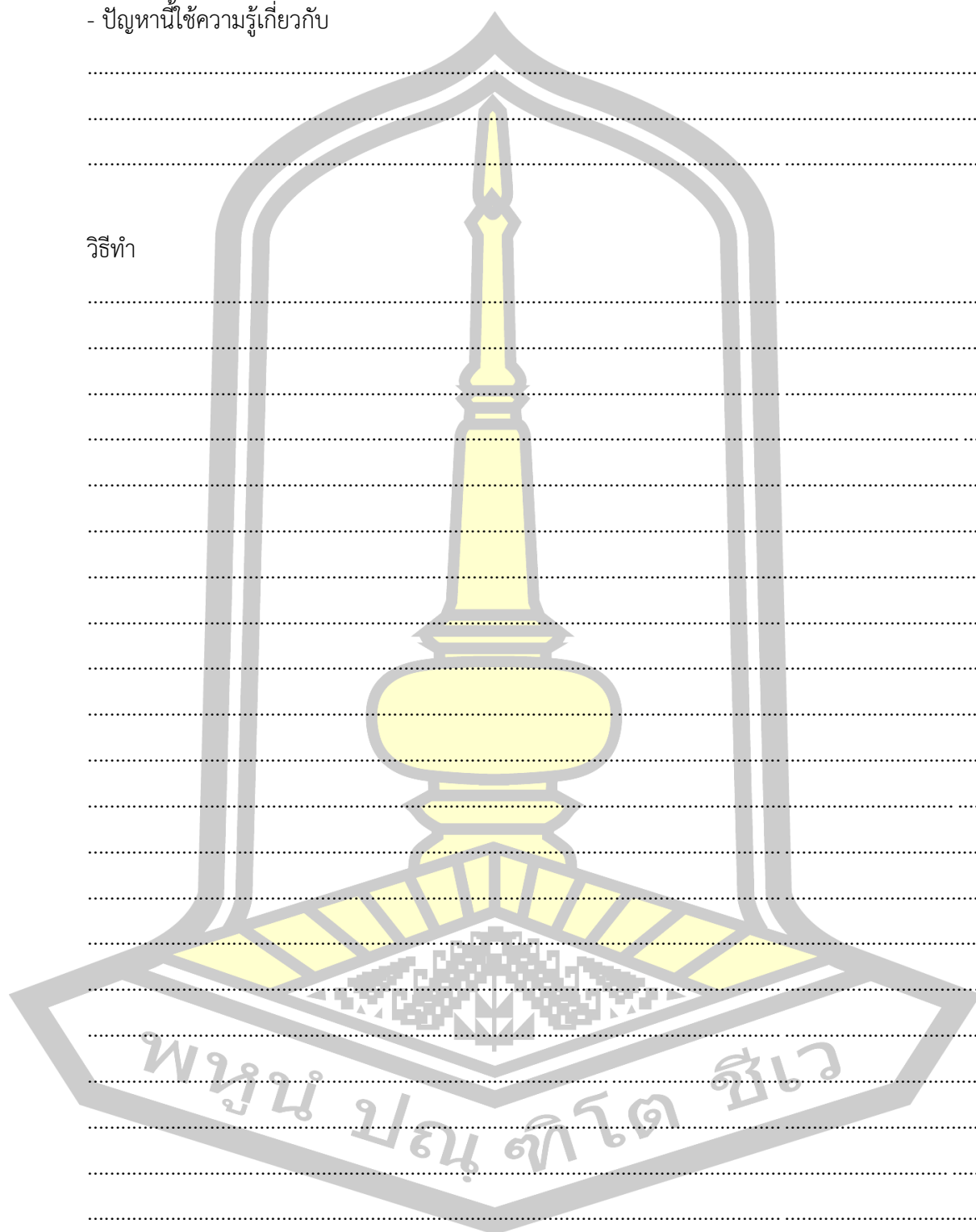
วิธีทำ



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

- ปัญหานี้ใช้ความรู้เกี่ยวกับ

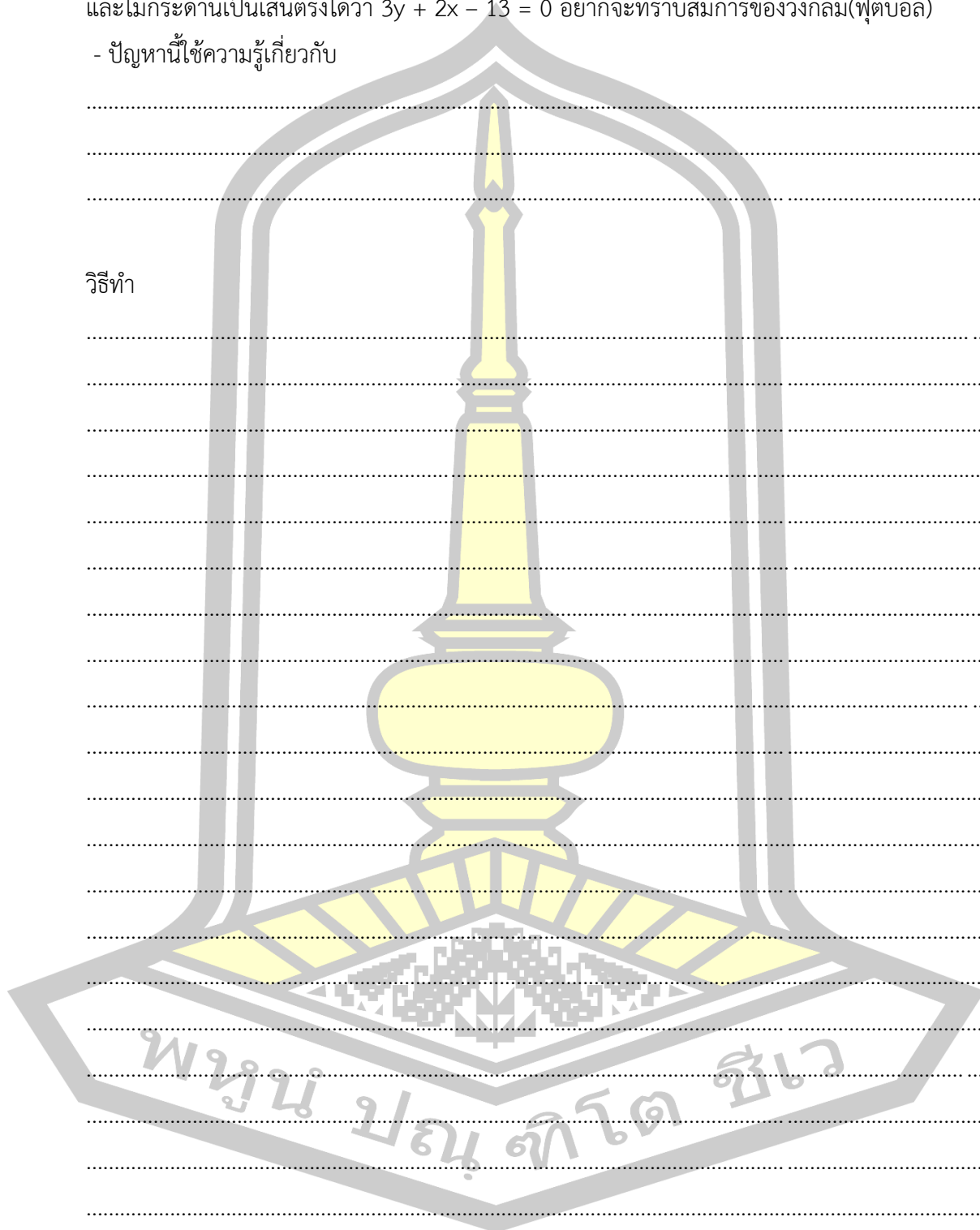
วิธีทำ



4. นักฟุตบอลทีมชาติไทยเตะลูกบอลไปชนติดกับไม้กระดาน โดยจุดศูนย์กลางของฟุตบอลคือ  $(2, 3)$  และไม้กระดานเป็นเส้นตรงได้ว่า  $3y + 2x - 13 = 0$  อยากจะทราบสมการของวงกลม(ฟุตบอล)

- ปัญหานี้ใช้ความรู้เกี่ยวกับ

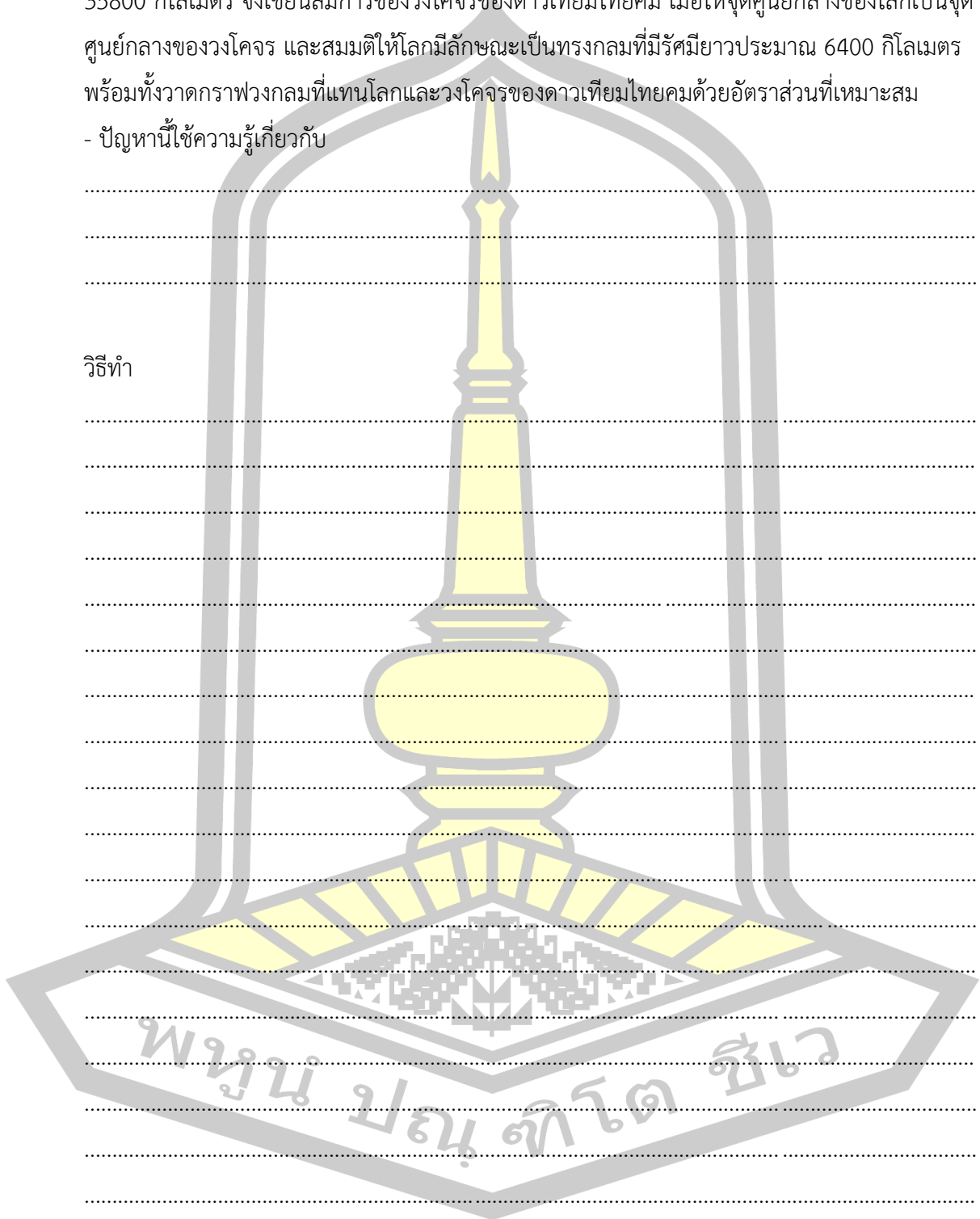
วิธีทำ



5. ดาวเทียมไทยคมโคจรเป็นวงกลมตามระนาบศูนย์สูตรของโลกและมีความสูงจากพื้นโลกประมาณ 35800 กิโลเมตร จงเขียนสมการของวงโคจรของดาวเทียมไทยคม เมื่อให้จุดศูนย์กลางของโลกเป็นจุดศูนย์กลางของวงโคจร และสมมติให้โลกมีลักษณะเป็นทรงกลมที่มีรัศมียาวประมาณ 6400 กิโลเมตร พร้อมทั้งวาดกราฟวงกลมที่แทนโลกและวงโคจรของดาวเทียมไทยคมด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสม

- ปัญหานี้ใช้ความรู้เกี่ยวกับ

วิธีทำ

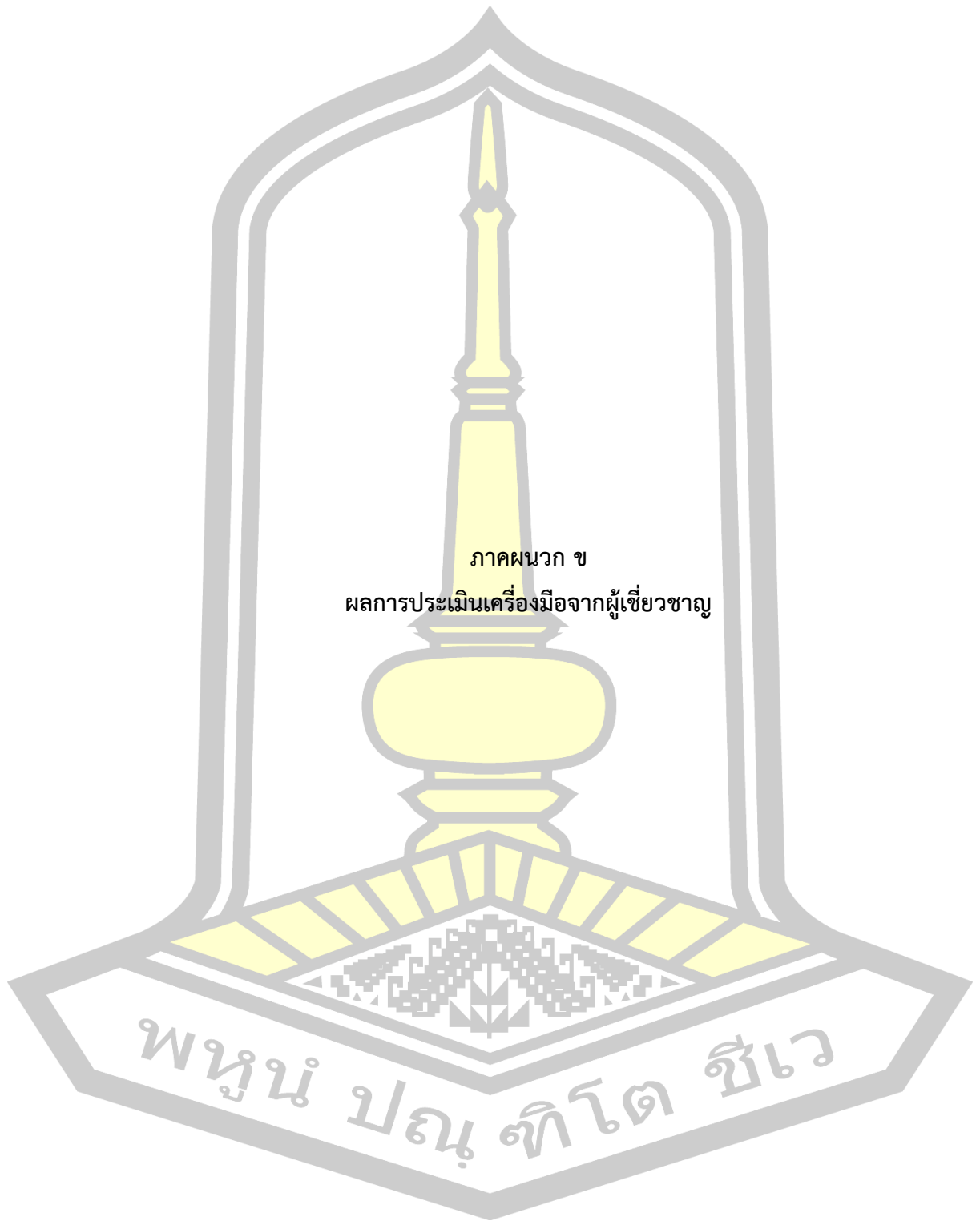




เกณฑ์การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน:ระดับคุณภาพ	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3 : ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้ส่วนมาก
2 : พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
1 : ควรแก้ไข	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวันยังไม่เหมาะสม
0 : ควรปรับปรุง	ไม่มีเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน





ภาคผนวก ข  
ผลการประเมินเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

## แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

### ทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

**คำชี้แจง** ให้ผู้ประเมินโดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ผู้ประเมินเห็นว่ามีความเหมาะสมที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดระดับความเหมาะสมดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

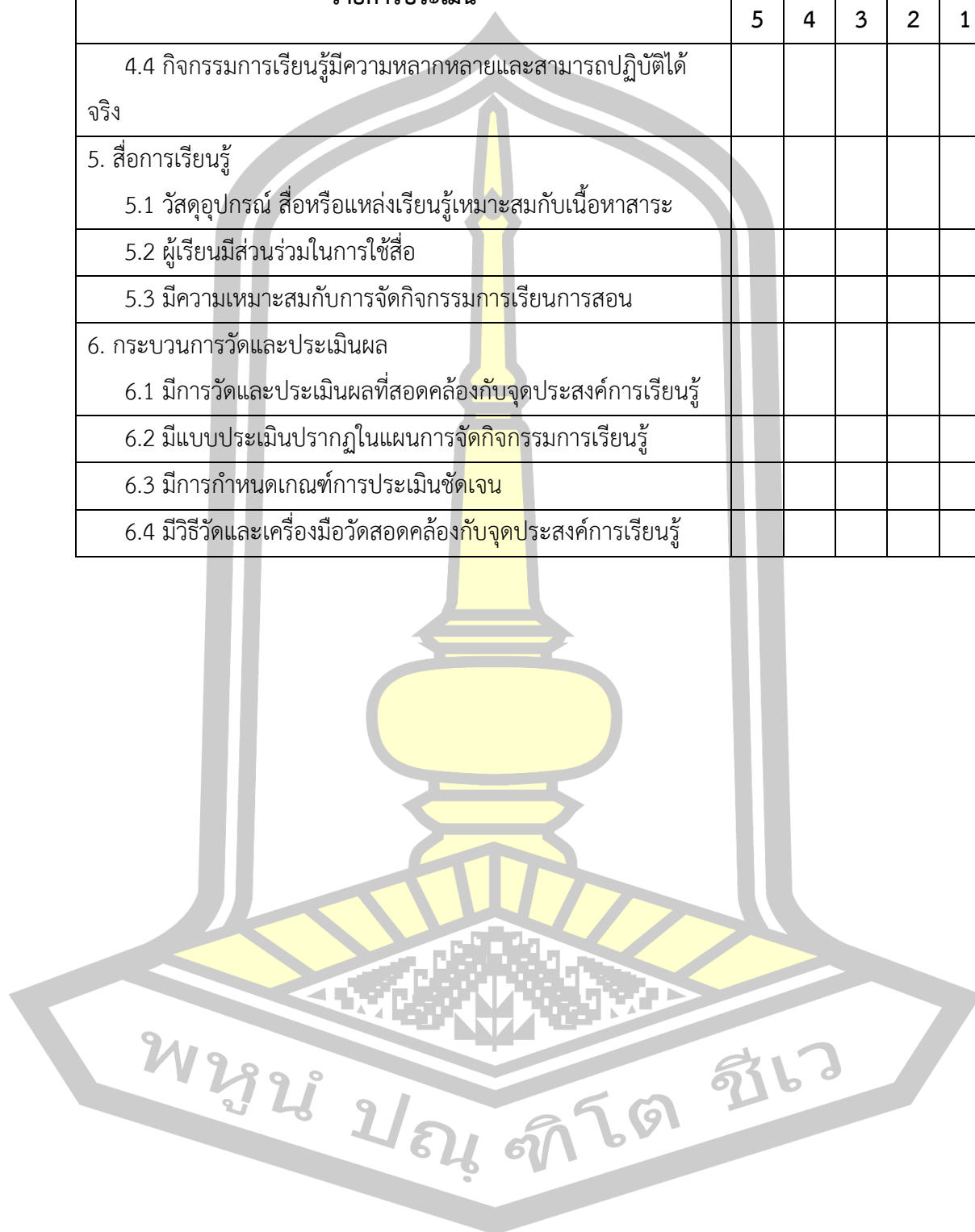
ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. สาระสำคัญ					
1.1 หน่วยการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ เหมาะสมและมีรายละเอียดที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ					
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ที่ทักษะกระบวนการและเจตคติ					
3. เนื้อหาสาระ					
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์					
3.2 กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา					
4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาสาระ					
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง					
4.3 กิจกรรมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง					

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง					
5. สื่อการเรียนรู้					
5.1 วัสดุอุปกรณ์ สื่อหรือแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ					
5.2 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ					
5.3 มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
6. กระบวนการวัดและประเมินผล					
6.1 มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
6.2 มีแบบประเมินปรากฏในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
6.3 มีการกำหนดเกณฑ์การประเมินชัดเจน					
6.4 มีวิธีวัดและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					

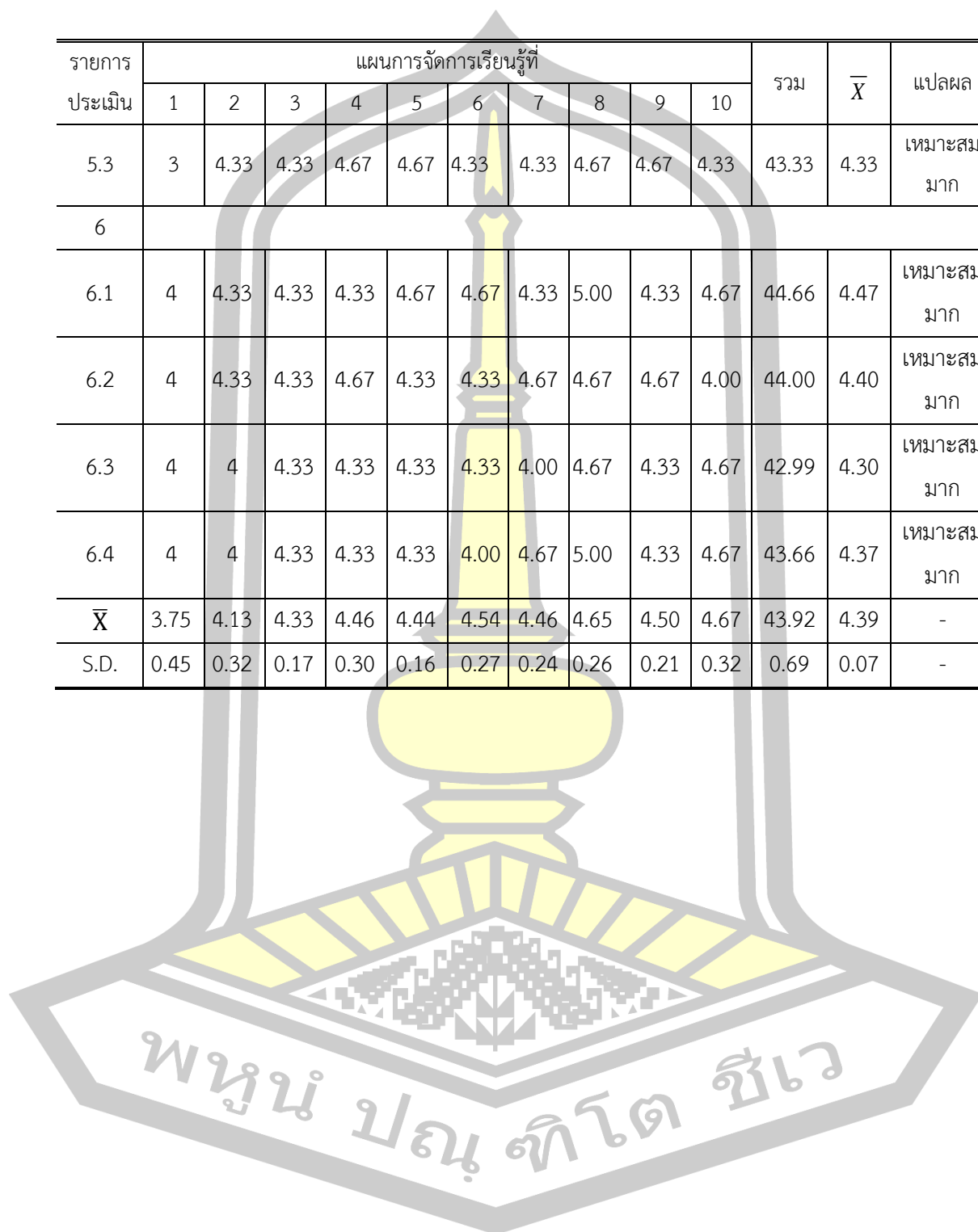


ตาราง 17 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา  
ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

รายการ ประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่										รวม	$\bar{X}$	แปลผล	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1														
1.1	4	4	4.33	5.00	4.33	4.67	4.67	4.67	4.67	5.00	45.34	4.53	เหมาะสม มากที่สุด	
2														
2.1	4	4	4.33	4.67	4.33	4.67	4.00	4.33	4.67	4.67	43.67	4.37	เหมาะสม มาก	
2.2	4	4.67	4.00	4.33	4.67	4.67	4.33	4.67	4.67	4.67	44.68	4.47	เหมาะสม มาก	
3														
3.1	3	3.67	4.33	5.00	4.33	5.00	4.33	4.67	4.33	5.00	43.66	4.37	เหมาะสม มาก	
3.2	3	3.67	4.00	4.67	4.33	5.00	4.67	4.33	4.67	4.67	43.01	4.30	เหมาะสม มาก	
4														
4.1	4	3.67	4.33	4.33	4.67	4.67	4.33	4.33	4.67	5.00	44.00	4.40	เหมาะสม มาก	
4.2	4	4	4.33	4.33	4.33	4.33	4.67	4.67	4.33	5.00	43.99	4.40	เหมาะสม มาก	
4.3	4	4	4.67	4.00	4.33	4.67	4.67	4.33	4.33	4.67	43.67	4.37	เหมาะสม มาก	
4.4	3	4.33	4.67	4.33	4.33	4.67	4.33	4.33	4.67	5.00	43.66	4.37	เหมาะสม มาก	
5														
5.1	4	4.33	4.33	4.00	4.67	4.33	4.67	5.00	4.00	4.00	43.33	4.33	เหมาะสม มาก	
5.2	4	4.67	4.33	4.33	4.33	4.33	4.67	5.00	4.67	4.67	45.00	4.50	เหมาะสม มาก	

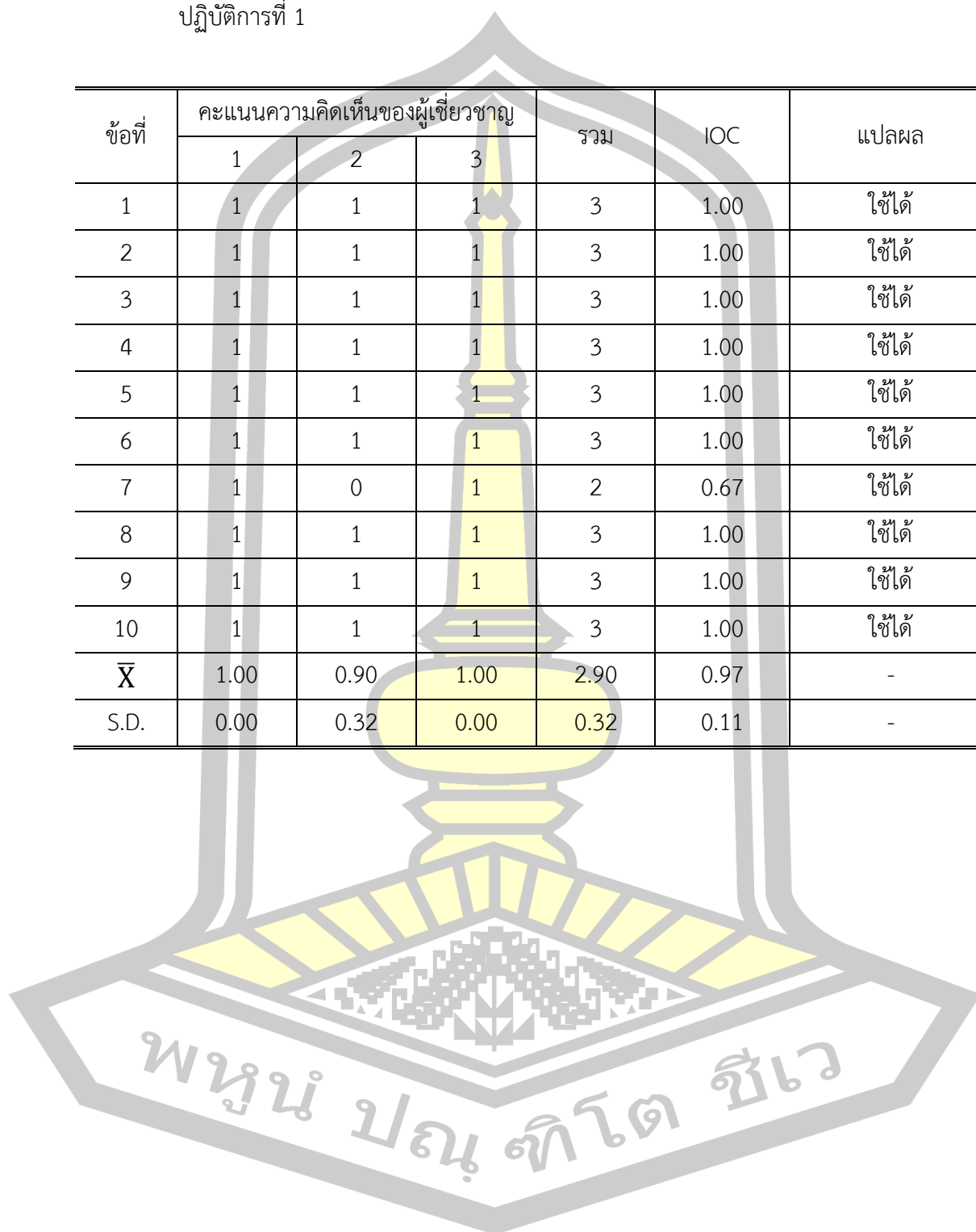
ตาราง 17 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่										รวม	$\bar{X}$	แปลผล
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
5.3	3	4.33	4.33	4.67	4.67	4.33	4.33	4.67	4.67	4.33	43.33	4.33	เหมาะสม มาก
6													
6.1	4	4.33	4.33	4.33	4.67	4.67	4.33	5.00	4.33	4.67	44.66	4.47	เหมาะสม มาก
6.2	4	4.33	4.33	4.67	4.33	4.33	4.67	4.67	4.67	4.00	44.00	4.40	เหมาะสม มาก
6.3	4	4	4.33	4.33	4.33	4.33	4.00	4.67	4.33	4.67	42.99	4.30	เหมาะสม มาก
6.4	4	4	4.33	4.33	4.33	4.00	4.67	5.00	4.33	4.67	43.66	4.37	เหมาะสม มาก
$\bar{X}$	3.75	4.13	4.33	4.46	4.44	4.54	4.46	4.65	4.50	4.67	43.92	4.39	-
S.D.	0.45	0.32	0.17	0.30	0.16	0.27	0.24	0.26	0.21	0.32	0.69	0.07	-



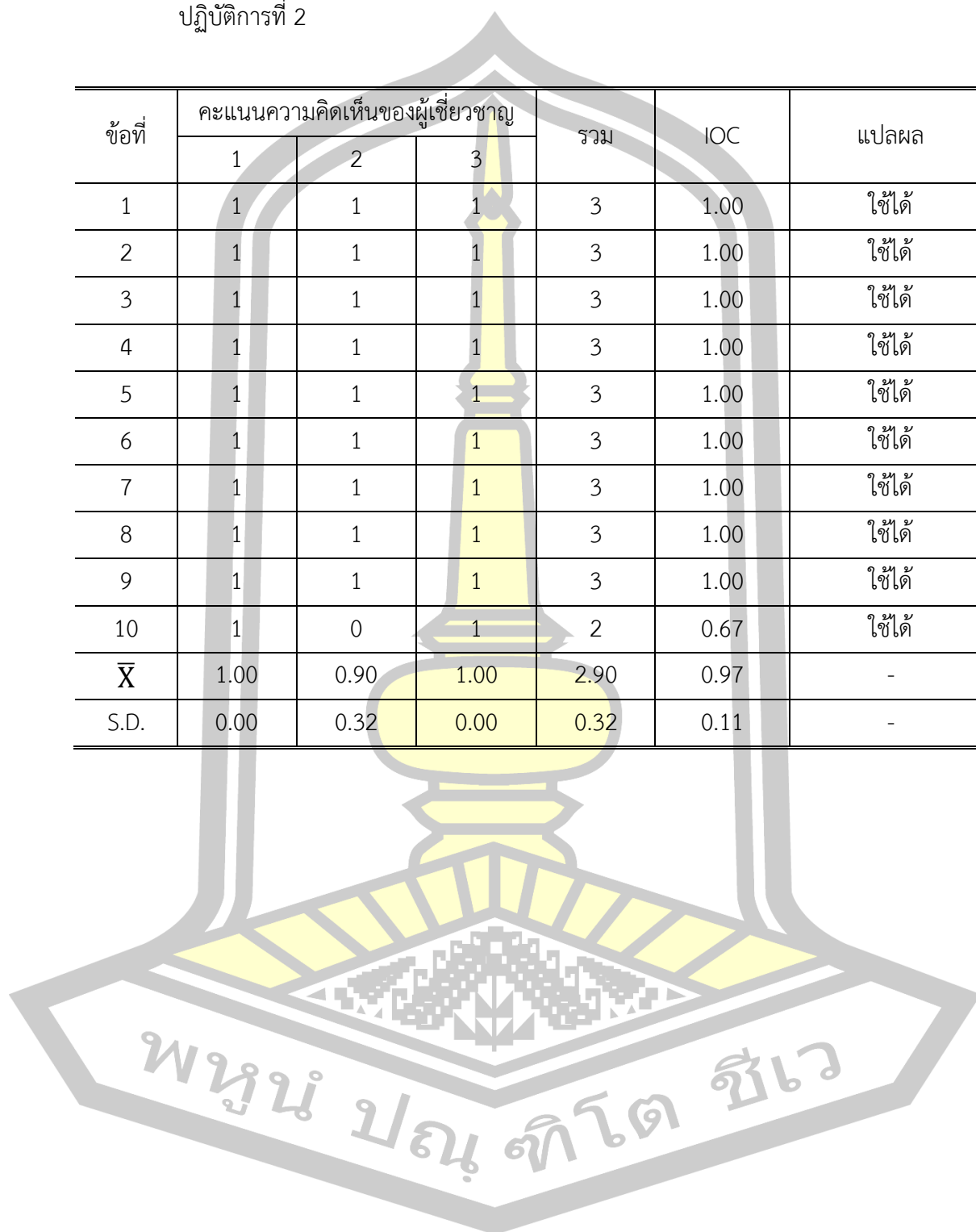
ตาราง 18 วิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน วงจร  
ปฏิบัติการที่ 1

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
$\bar{X}$	1.00	0.90	1.00	2.90	0.97	-
S.D.	0.00	0.32	0.00	0.32	0.11	-



ตาราง 19 วิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน วงจร  
ปฏิบัติการที่ 2

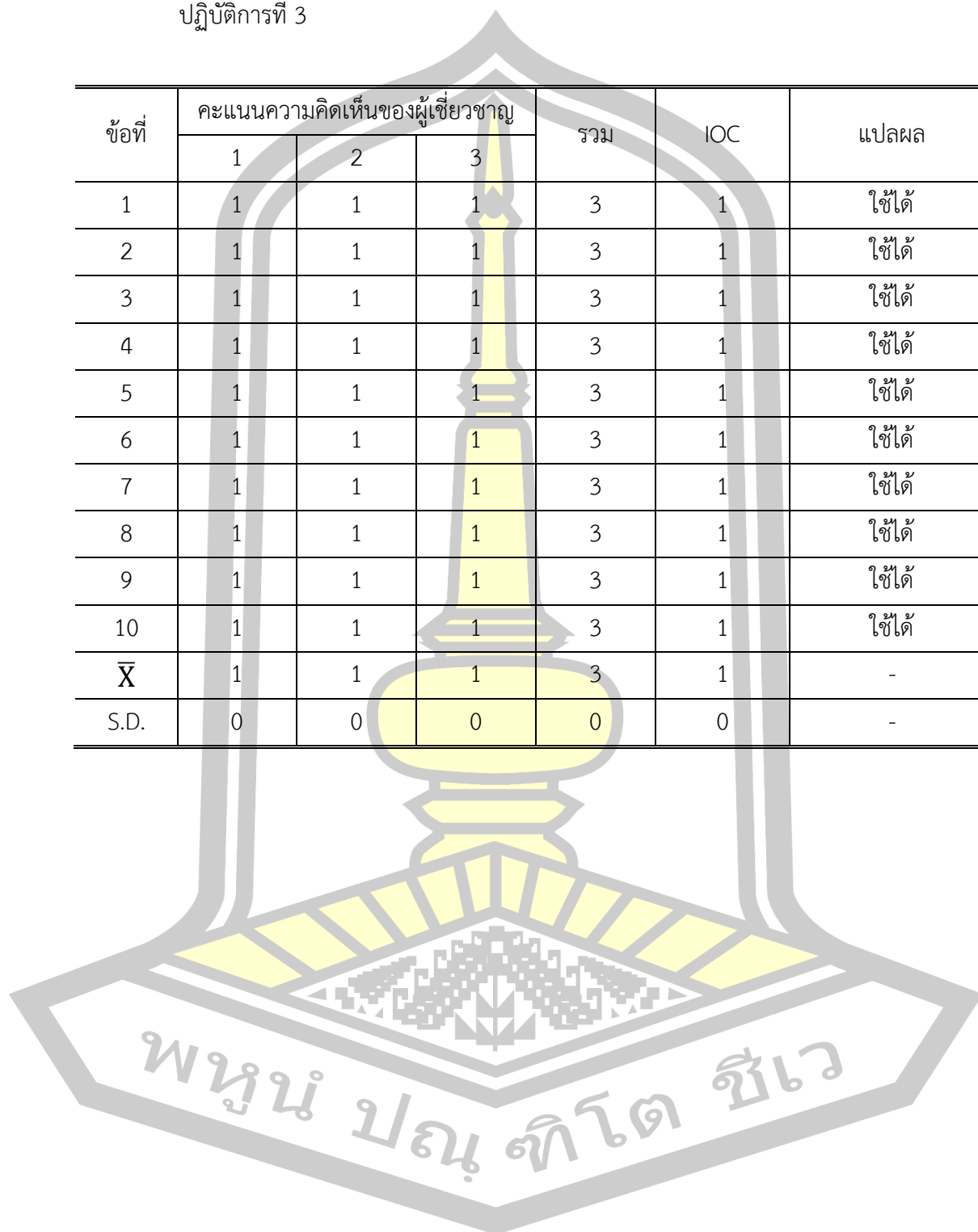
ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
10	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
$\bar{X}$	1.00	0.90	1.00	2.90	0.97	-
S.D.	0.00	0.32	0.00	0.32	0.11	-





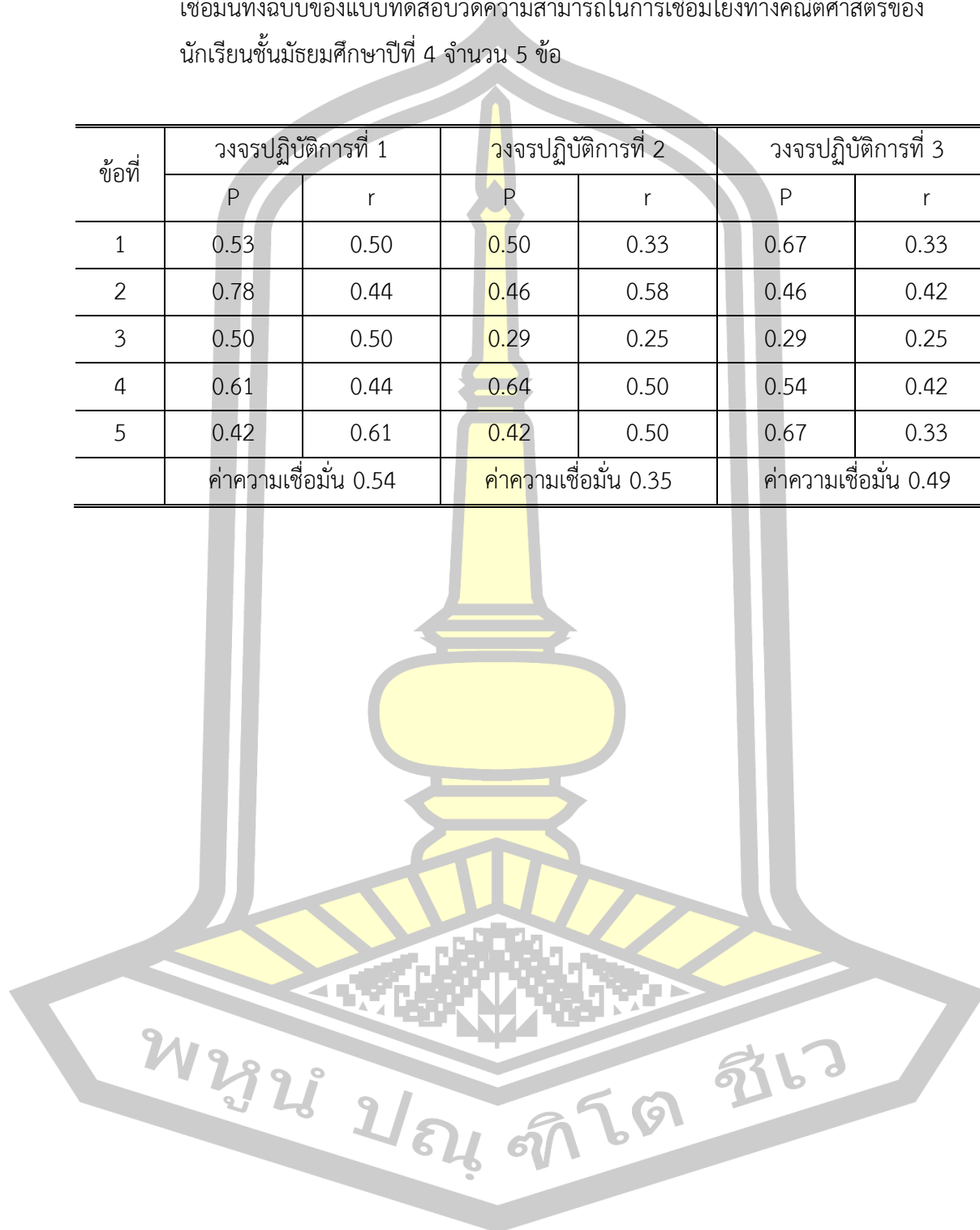
ตาราง 20 วิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน วงจร  
ปฏิบัติการที่ 3

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	ใช้ได้
$\bar{X}$	1	1	1	3	1	-
S.D.	0	0	0	0	0	-



ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อและความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 ข้อ

ข้อที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1		วงจรปฏิบัติการที่ 2		วงจรปฏิบัติการที่ 3	
	P	r	P	r	P	r
1	0.53	0.50	0.50	0.33	0.67	0.33
2	0.78	0.44	0.46	0.58	0.46	0.42
3	0.50	0.50	0.29	0.25	0.29	0.25
4	0.61	0.44	0.64	0.50	0.54	0.42
5	0.42	0.61	0.42	0.50	0.67	0.33
	ค่าความเชื่อมั่น 0.54		ค่าความเชื่อมั่น 0.35		ค่าความเชื่อมั่น 0.49	



แบบประเมินความแบบบันทึกการสัมภาษณ์นักเรียนกับการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ  
รายวิชา ค 30202 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

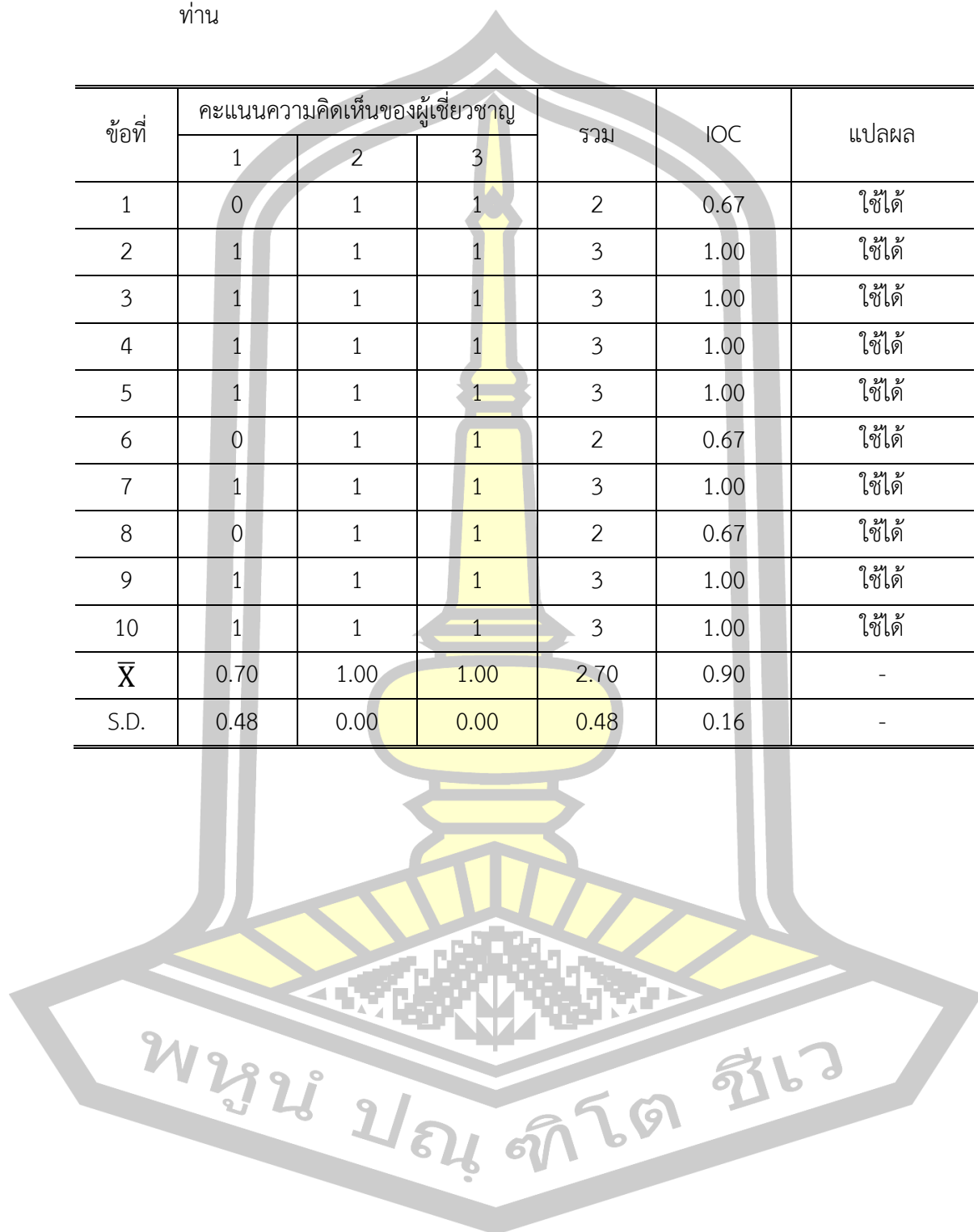
**คำชี้แจง** โปรดพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้ว่าสอดคล้องกับแบบบันทึกการสัมภาษณ์กับการจัดการเรียนรู้ที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วให้คะแนนโดยการขีดเครื่องหมาย  $\checkmark$  ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

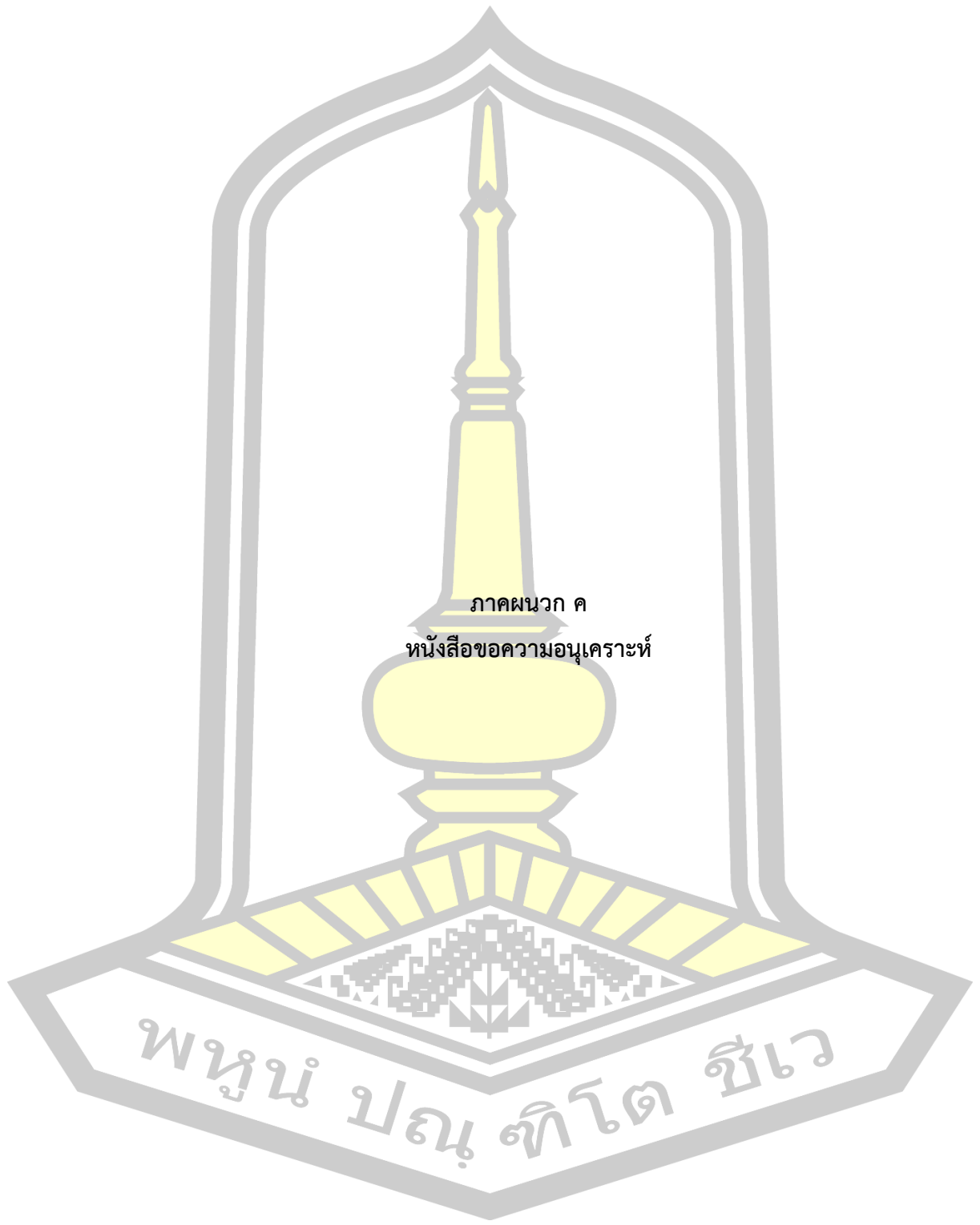
- ให้ +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น  
ให้ 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น  
ให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อนั้น

ข้อคำถาม	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
1. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหา ต้องการให้หาสิ่งใดได้หรือไม่ อย่างไร				
2. จากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหานักเรียนสามารถเขียนข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาได้หรือไม่ อย่างไร				
3. นักเรียนสามารถเขียนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องนำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร				
4. นักเรียนสามารถเขียนสูตรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ได้หรือไม่ อย่างไร				
5. นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้หรือไม่ อย่างไร				
6. นักเรียนสามารถแทนค่าที่ถูกระบุไว้ในสมการเพื่อหาคำตอบได้หรือไม่ อย่างไร				
7. นักเรียนสามารถคำนวณค่าจากสมการได้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร				
8. นักเรียนสามารถหาคำตอบที่ได้ว่ามีความถูกต้องตามลักษณะของโจทย์ปัญหาพร้อมทั้งระบุหน่วยของคำตอบได้หรือไม่ อย่างไร				
9. นักเรียนคิดว่าปัญหาหรืออุปสรรคที่ทำให้สำคัญที่สุดในการเรียนคณิตศาสตร์ที่พบคืออะไร และคิดว่าแนวทางแก้ไขต้องทำอย่างไร				
10. นักเรียนคิดว่าในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรปรับปรุงหรือพัฒนาในส่วนใดบ้าง				

ตาราง 22 วิเคราะห์ผลการประเมินแบบสัมภาษณ์นักเรียนกับการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
8	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
$\bar{X}$	0.70	1.00	1.00	2.70	0.90	-
S.D.	0.48	0.00	0.00	0.48	0.16	-





ภาคผนวก ค  
หนังสือขอความอนุเคราะห์

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว



ที่ ศธ. 0530.5(2) / 663

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

22 กุมภาพันธ์ 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์  
เรียน

ด้วย นางสาวจิรัฐติพร จ่านงค์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวจิรัฐติพร จ่านงค์ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0882260073



ที่ ศธ. 0530.5(2) / 664

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

22 กุมภาพันธ์ 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย  
เรียน

ด้วย นางสาวจิรัฐติพร จ่านงค์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวจิรัฐติพร จ่านงค์ ทำการทดลอง ใช้เครื่องมือเพื่อ นิสิตจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0882260073



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ ศธ. 0530.5(2) / 470

วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต ชูกำแหง

ด้วย นางสาวจิรัฐติพร จันทงค์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พูน ปลูก ทิโต ชีเว





ที่ ศธ. 0530.5(2) / ว135

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

23 มกราคม 2562

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  
เรียน นายสงวนศักดิ์ โกลิพันธ์

ด้วย นางสาวจิรัฐติพร จ่านงค์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0882260073



ที่ ศธ. 0530.5(2) / ๖135

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

23 มกราคม 2562

**เรื่อง** ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  
**เรียน** นางสาวณิศา ทัพโยธา

ด้วย นางสาวจิรัฐติพร จ้านงค์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผศ.ดร.มนตรี ทองมูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

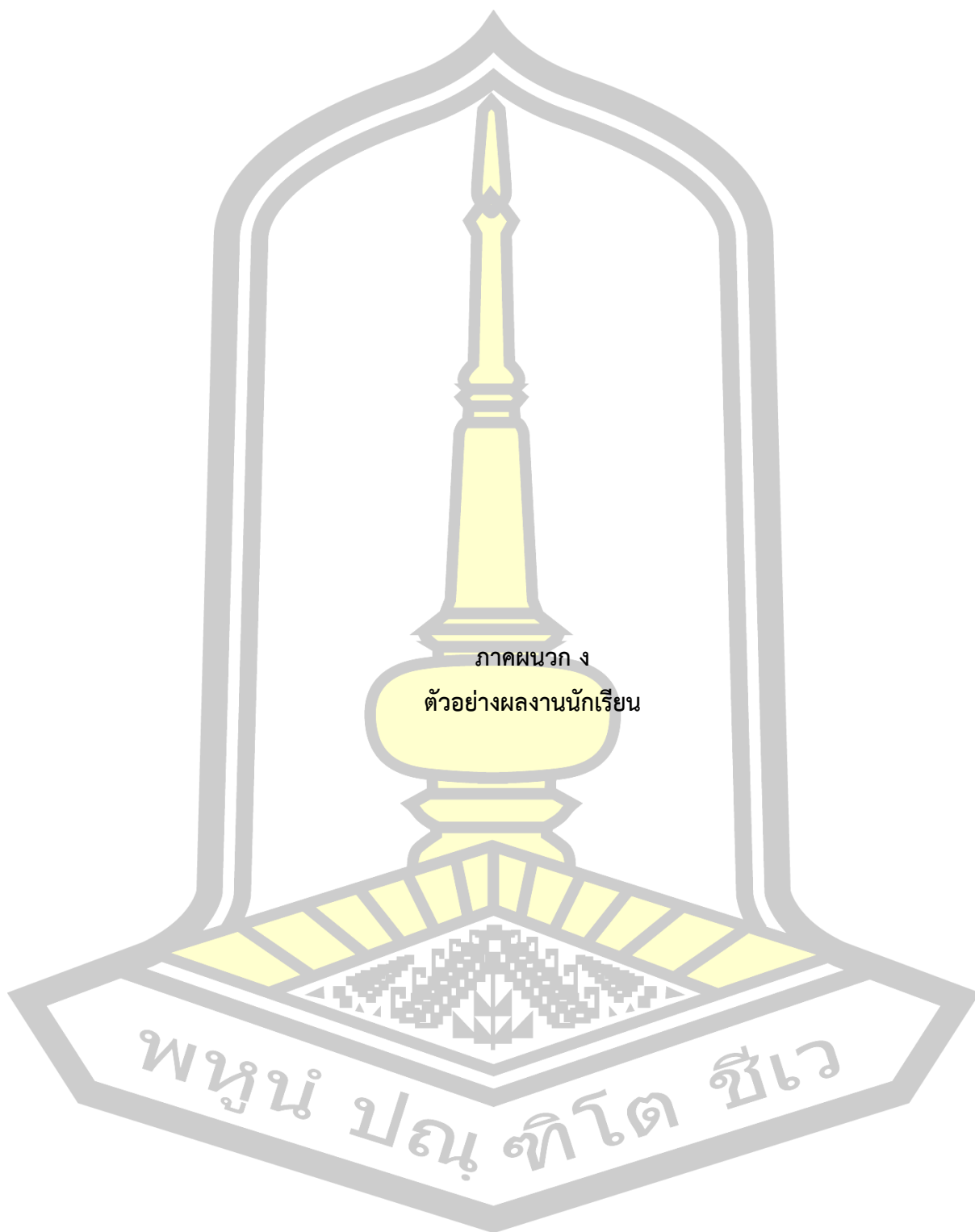
เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0882260073



ภาคผนวก ง  
ตัวอย่างผลงานนักเรียน

พหุ ประทีป วิทย์

ผ.ศ.ดร.นงนารถ หุบลอน 4/6 หน้า 25

ใบงานที่ 3.3  
เรื่อง ความชันของเส้นตรง

1. จงหาความชันของเส้นตรงที่ผ่านจุดสองจุดที่กำหนดให้

1) (5, 0) และ (10, 6)

Sol  

$$m = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$$

$$= \frac{0 - 6}{5 - 10}$$

$$= \frac{-6}{-5}$$

2)  $(a, b+1)$  และ  $(b+a, b)$

Sol  

$$m = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$$

$$= \frac{b+1 - b}{a - (b+a)}$$

$$= \frac{1}{a-b}$$

2. จงหาค่าของ x ที่ทำให้เส้นตรงที่ผ่านจุด A และ B มีความชันเท่ากับ m ตามที่กำหนด

1) A(7, 3), B(-2, x) และ m = 2

Sol  

$$m_{AB} = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$$

$$2 = \frac{3 - x}{7 - (-2)}$$

$$2 = \frac{3 - x}{9}$$

$$18 = 3 - x - 18 = -15$$

$$x = -15$$

2) A $(\frac{4}{3}, x)$ , B(-2, 0) และ

m =  $\frac{2}{3}$

Sol  

$$m_{AB} = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{x - 0}{\frac{4}{3} - (-2)}$$


$$\frac{2}{3} = \frac{x - 0}{\frac{4+6}{3}}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{x - 0}{\frac{10}{3}}$$

$$\frac{2}{3} \times \frac{3}{10} = x$$

$$\frac{6}{30} = x$$

$$\frac{1}{5} = x$$

  
31 ต.ค. 69.

ใบงานที่ 3.3  
เรื่อง ความชันของเส้นตรง

1. จงหาความชันของเส้นตรงที่ผ่านจุดสองจุดที่กำหนดให้

1) (5, 0) และ (10, 6)

$$\begin{aligned} \text{Sol/ } m &= \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} \\ &= \frac{0 - 6}{5 - 10} = \frac{-6}{-5} \\ &= \frac{6}{5} \quad \# \end{aligned}$$

2) (a, b + 1) และ (b + a, b)

$$\begin{aligned} \text{Sol/ } m &= \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} \\ &= \frac{(b+1) - b}{a - (b+a)} \\ &= \frac{1}{a-b-a} = \frac{1}{-b} \quad \# \end{aligned}$$

2. จงหาค่าของ x ที่ทำให้เส้นตรงที่ผ่านจุด A และ B มีความชันเท่ากับ m ตามที่กำหนด

1) A(7, 3), B(-2, x) และ m = 2

$$\begin{aligned} m &= \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} \\ 2 &= \frac{3 - x}{7 - (-2)} \end{aligned} \quad \left| \quad \begin{aligned} 2 &= \frac{3 - x}{9} \\ 18 &= 3 - x \\ 15 &= -x \\ x &= -15 \quad \# \end{aligned}$$

2) A( $\frac{4}{3}, x$ ), B(-2, 0) และ m =  $\frac{2}{3}$

$$\begin{aligned} m &= \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} \\ \frac{2}{3} &= \frac{x - 0}{\frac{4}{3} - (-2)} \\ \frac{2}{3} &= \frac{x}{\frac{4}{3} + 2} \\ \frac{2}{3} &= \frac{x}{\frac{10}{3}} \end{aligned} \quad \left| \quad \begin{aligned} \frac{2}{3} \times \frac{10}{3} &= x \\ \frac{20}{9} &= x \quad \# \end{aligned}$$

*P*  
39 Oct. 69

ใบงานที่ 3.6  
เรื่อง ความสัมพันธ์กราฟเส้นตรง

จงหาความสัมพันธ์ของเส้นตรงที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. เส้นตรงที่ผ่านจุด (2, -3) และมีความชัน  $\frac{3}{4}$

Sol/ จาก  $y - y_1 = m(x - x_1)$   
 $y + 3 = \frac{3}{4}(x - 2)$   
 $(y + 3)4 = 3(x - 2)$   
 $4y + 12 = 3x - 6$   
 $4y - 3x + 18 = 0$

ดังนั้น สมการเส้นตรงคือ  $4y - 3x + 18 = 0$  #

2. เส้นตรงที่ผ่านจุด (-3, -4) และ (5, -7)

Sol/ จาก  $\frac{y - y_1}{x - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$  |  $(y + 4)8 = -3(x + 3)$   
 จะได้ว่า  $\frac{y + 4}{x + 3} = \frac{-7 - (-4)}{5 - (-3)}$  |  $8y + 32 = -3x - 9$   
 $\frac{y + 4}{x + 3} = \frac{-7 + 4}{5 + 3}$  |  $8y + 3x + 41 = 0$   
 $\frac{y + 4}{x + 3} = \frac{-3}{8}$  | ดังนั้น สมการเส้นตรงคือ  $3x + 8y + 41 = 0$  #

3. เส้นตรงที่ผ่านจุด (2, 7) และขนานกับเส้นตรงที่ผ่านจุด (-1, 9) และ (-4, -5)

Sol/ เนื่องจาก (-1, 9) และ (-4, 5) สันนิษฐาน  $m = \frac{5 - 9}{-4 - (-1)} = \frac{-4}{-3} = \frac{4}{3}$

จากสมการเส้นตรง  $y - y_1 = m(x - x_1)$  โดย  $(x_1, y_1) = (2, 7)$

จะได้  $y - 7 = \frac{4}{3}(x - 2)$

$$3(y - 7) = 4(x - 2)$$

$$3y - 21 = 4x - 8$$

$$3y - 4x + 7 = 0$$

ดังนั้น สมการเส้นตรงคือ  $3y - 4x + 7 = 0$

P  
E.N.M.62

ใบงานที่ 3.7  
เรื่อง ระยะห่างระหว่างจุดและเส้นตรง

1. จงหาระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดที่กำหนดให้

1.1  $3x - 4y + 2 = 0$  และจุด  $(2, 1)$

$$\begin{aligned} \text{Sol/ } d &= \frac{|Ax + By + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}} \\ &= \frac{|3(2) + (-4)(1) + 2|}{\sqrt{3^2 + (-4)^2}} \\ &= \frac{|6 - 4 + 2|}{\sqrt{25}} = \frac{4}{5} \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

1.2  $4x + 3y = 8$  และจุด  $(1, 0)$

$$\begin{aligned} \text{Sol/ } d &= \frac{|Ax_1 + By_1 + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}} \\ &= \frac{|4(1) + 3(0) - 8|}{\sqrt{4^2 + 3^2}} \\ &= \frac{|4 + 0 - 8|}{\sqrt{25}} = \frac{4}{5} \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

2. จงหาสมการเส้นตรงที่ตั้งฉากกับเส้นตรง  $12x - 5y + 2 = 0$  และอยู่ห่างจากจุด  $(0, 8)$  เป็นระยะ 3 หน่วย

$$\begin{aligned} \text{Sol/ } &\text{เนื่องจาก สมการเส้นตรง } 12x - 5y + C = 0 \\ &\text{จะได้ } A = 12, B = -5, x_1 = 0, y_1 = 8 \\ &\text{จาก } d = \frac{|Ax_1 + By_1 + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}} \\ &3 = \frac{|12(0) + (-5)(8) + C|}{\sqrt{12^2 + (-5)^2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 &= \frac{|-40 + C|}{\sqrt{169}} \\ 3 &= \frac{|-40 + C|}{13} \\ |-40 + C| &= 39 \\ -40 + C &= \pm 39 \\ \therefore C &= 79, 1 \end{aligned}$$

3. จงหาระยะห่างระหว่างเส้นตรงสองเส้นต่อไปนี้

3.1  $4x + 3y - 8 = 0$  และ  $4x + 3y - 3 = 0$

$$\begin{aligned} \text{Sol/ } d &= \frac{|c_1 - c_2|}{\sqrt{A^2 + B^2}} \\ &= \frac{|-8 - (-3)|}{\sqrt{4^2 + 3^2}} \\ &= \frac{|-8 + 3|}{\sqrt{25}} = \frac{|-5|}{5} = \frac{5}{5} = 1 \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

3.2  $6x - 2y = 4$  และ  $3x - y = 0$

$$\begin{aligned} \text{Sol/ } &\text{จัดรูป } 3x - y = 0 \text{ เป็น } 6x - 2y = 0 \\ &d = \frac{|c_1 - c_2|}{\sqrt{A^2 + B^2}} \\ &= \frac{|-4 - 0|}{\sqrt{6^2 + (-2)^2}} \\ &= \frac{|-4|}{\sqrt{40}} = \frac{4}{\sqrt{40}} \end{aligned}$$

57.71.62

คณิตศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๖๖ ๑๕/๐๕ ๒๑.๔/๕ เลขที่ ๒๒

**ใบงานที่ 3.7**  
**เรื่อง ระยะห่างระหว่างจุดและเส้นตรง**

1. จงหาระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดที่กำหนดให้

1.1  $3x - 4y + 2 = 0$  และจุด  $(2, 1)$

$A = 3, B = -4, C = 2, x_1 = 2, y_1 = 1$

$$d = \frac{|Ax_1 + By_1 + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$$

$$= \frac{|3(2) + (-4)(1) + 2|}{\sqrt{3^2 + (-4)^2}}$$

$$= \frac{|6 - 4 + 2|}{\sqrt{9 + 16}}$$

$$= \frac{|4|}{\sqrt{25}}$$

$$= \frac{4}{5} \text{ หน่วย} \quad \times$$

1.2  $4x + 3y = 8$  และจุด  $(1, 0)$

$A = 4, B = 3, C = -8, x_1 = 1, y_1 = 0$

$$d = \frac{|Ax_1 + By_1 + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$$

$$= \frac{|4(1) + 3(0) - 8|}{\sqrt{4^2 + 3^2}}$$

$$= \frac{|4 - 8|}{\sqrt{16 + 9}} = \frac{4}{5}$$

2. จงหาสมการเส้นตรงที่ตั้งฉากกับเส้นตรง  $12x - 5y + 2 = 0$  และอยู่ห่างจากจุด  $(0, 8)$  เป็นระยะ 3 หน่วย

Sol

$$d = \frac{|Ax_1 + By_1 + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$$

$$3 = \frac{|12(0) + (-5)(8) + C|}{\sqrt{12^2 + (-5)^2}}$$

$$3 = \frac{|-40 + C|}{\sqrt{144 + 25}}$$

$$3 = \frac{|-40 + C|}{\sqrt{149}}$$

$$3 = \frac{|-40 + C|}{13}$$

$$39 = |-40 + C|$$

$$\pm 39 = -40 + C$$

$$C = 39 - (-40) = 39 + 40$$

$$C = -1, -79$$

∴ สมการที่ตั้งฉากกับ  $12x - 5y - 1 = 0$

หรือ  $12x - 5y - 79 = 0$

3. จงหาระยะห่างระหว่างเส้นตรงสองเส้นต่อไปนี้

3.1  $4x + 3y - 8 = 0$  และ  $4x + 3y - 3 = 0$

Sol

$$d = \frac{|c_1 - c_2|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$$

$$= \frac{|(4) - (-3)|}{\sqrt{4^2 + 3^2}}$$

$$= \frac{|7|}{\sqrt{16 + 9}} = \frac{7}{5} = 1 \text{ หน่วย} \quad \times$$

3.2  $6x - 2y = 4$  และ  $3x - y = 0$

Sol  $6x - 2y - 4 = 0$  หรือ  $3x - y + 2 = 0$

หรือ  $\frac{|c_1 - c_2|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$

$$= \frac{|(-4) - 2|}{\sqrt{6^2 + (-2)^2}}$$

$$= \frac{|-6|}{\sqrt{36 + 4}} = \frac{|-6|}{\sqrt{40}} = \frac{6}{\sqrt{40}} \text{ หน่วย} \quad \times$$

D

5 หน้า 62



ส. 4/6 ปลาย 10

/// r รัศมี  
/// h จุดศูนย์กลาง  
/// h คอหุ้ม

ใบงานที่ 3.8  
เรื่อง วงกลม

1. จงหาสมการวงกลมที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

1) จุดศูนย์กลางอยู่ที่ (0, 0) และรัศมียาว  $\sqrt{5}$  หน่วย

Sol<sup>n</sup>  $(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2$   
 $(x-0)^2 + (y-0)^2 = (\sqrt{5})^2 = 5$  #

2) จุดศูนย์กลางอยู่ที่ (0, 3) และรัศมียาว 4 หน่วย

Sol<sup>n</sup>  $(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2$   
 $(x-0)^2 + (y-3)^2 = 4^2 = 16$  #

2. จงแสดงว่าสมการต่อไปนี้เป็นสมการวงกลม พร้อมทั้งหาจุดศูนย์กลาง และรัศมี

1)  $x^2 + y^2 = 25$

Sol<sup>n</sup>  $(x-0)^2 + (y-0)^2 = 25 \rightarrow 5^2$   
 $h = 0, k = 0, r = 5$

จุดศูนย์กลาง (0, 0) รัศมี 5 หน่วย #

2)  $(x-2)^2 + (y+4)^2 = 9$

Sol<sup>n</sup> รัศมี 3 หน่วย จงได้  $(x-2)^2 + (y-(-4))^2 = 3^2$   
 $h = 2, k = -4, r = 3$

∴ จุดศูนย์กลาง (2, -4) และ รัศมี 3 หน่วย #

*P*  
21 ก.พ. 62

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวจิรัฐิติพร จำนงค์
วันเกิด	วันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ. 2537
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 256 ถนนเทพโยธี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี รหัสไปรษณีย์ 34000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2549 ประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอุบลวิทยาคม จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเบญจมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2559 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พ.ศ. 2562 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนัน ปณุกิตโต ชีเว