

วช 123286



การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยใช้คำถามระดับสูง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
วิษระ ชูเสน
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนจาก สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นายวัชระ ชูเสน แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สุวานิช)

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย)


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรุณ ชูยกระเดื่อง)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ทรงคุณวุฒิ)

ราชหรี นนทภา
.....
(อาจารย์ ดร.รามนรี นนทภา)

กรรมการ
(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก)


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี จันทร์ศิลา)

กรรมการ
(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวาท ทองบุญ)
คณบดีคณะครุศาสตร์


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ตีเมืองชัย)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่... 14... เดือน 2559..... พ.ศ.....

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง : การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โดยใช้คำถามระดับสูง

ผู้วิจัย : วัชรระ ชูเสน

ปริญญา : ค.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. รามนรี นนทภา

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ผศ.ดร. อรุณี จันทร์ศิลา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามระดับสูง โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้ามา กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 3 โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้ามา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 9 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง และแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description)

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนดีมีการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดเท่ากันทุกด้านคิดเป็นร้อยละ 100 นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลางมีการคิดทางคณิตศาสตร์โดยเรียงลำดับจากสูงไปต่ำ ดังนี้ ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดคิดเป็นร้อยละ 77.78 ด้านการแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 68.89 และด้านการให้เหตุผลคิดเป็นร้อยละ 60 ส่วนนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อนมีการคิดทางคณิตศาสตร์เท่ากัน 2 ด้านคือ ด้านการแก้ปัญหาและด้านการให้เหตุผลคิดเป็นร้อยละ 37.78 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดคิดเป็นร้อยละ 33.33

TITLE : A Study of Mathematical Thinking of Mattayomsuksa 3 Student using Higher Order Questions

AUTHOR : Watchara Choosen **DEGREE :** M.Ed. (Mathematics Education)

ADVISORS : Dr. Ramnaree Nontapa Major Advisor

Asst. Prof. Dr.Aruneer Jansila Co-advisor

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY, 2016

ABSTRACT

The purposes of this research were to study of mathematical thinking of Matthayomsuksa3 Students using higher order questions. The target group are Matthayomsuksa3 Students Nongyama public school second semester of academic year 2558 of 9 people. The research instruments were Mathematical activities using higher order questions of 5 events and Mathematical thinking check list. Data were analyzed using Task Analysis and Analytic Description.

The results were as follows ; Students with good grades are mathematical thinking. The problem solving skills, the reasoning skills and the representation skills, instead of on all 100 percent. Students with moderate learning is the mathematical thinking order from high to low, following the representation skills 77.78 percent. The problem solving skills 68.89 percent and the reasoning skills 60 percent. Students at grade soft mathematical thinking as two aspects of the problem solving skills and the reasoning skills 37.78 percent. And the representation skills 33.33 percent.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก
อาจารย์ ดร.รามนรี นนทภา ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.อรุณี จันทร์ศิลา กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สุวพานิช
ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์
ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ชูยกระเดื่อง ผู้ทรงคุณวุฒิกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ชาญณรงค์
เสียงราช อาจารย์ ดร.นงลักษณ์ จิรามทาภัทร และอาจารย์ ดร.นิตยา บรรเทาผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ตลอดจนผู้อำนวยการ โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า ที่ให้ความ
อนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย รวมถึงสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ทุนอุดหนุนสำหรับทำการวิจัยตลอดโครงการนี้ อาจารย์
ประจำวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า บิดามารดาและครอบครัวที่ให้กำลังใจ
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ และขอบคุณทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้

คุณค่าและประโยชน์ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ
บิดามารดา ผู้มีพระคุณ ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีอุปการะทุกท่าน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วัชร ชูเสน

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ง
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	7
การคิด	14
การคิดทางคณิตศาสตร์	17
คำถามระดับสูง	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	42
กลุ่มเป้าหมาย	42
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	44
เครื่องมือในการวิจัย	46
การสร้างเครื่องมือในการวิจัย	46
การเก็บรวบรวมข้อมูล	50
การดำเนินการและผลการจัดกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตาม ขั้นตอนของ Fraivillig	51

หัวเรื่อง	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล	66
บทที่ 4 ผลการวิจัย	68
ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถาม ระดับสูง จากแบบตรวจรายการการคิดทางคณิตศาสตร์	69
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ	72
วัตถุประสงค์การวิจัย	72
สรุปผล	72
อภิปรายผล	73
ข้อเสนอแนะ	76
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	87
ภาคผนวก ข แบบประเมินความสอดคล้อง	109
ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล	114
ประวัติผู้วิจัย	120

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1	โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต	13
2	เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา	23
3	เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล	24
4	เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทน ความคิด	25
5	คำถามระดับสูงและการคิดทางคณิตศาสตร์	31
6	การคิดทางคณิตศาสตร์	50
7	การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในกิจกรรมที่ 1	55
8	การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในกิจกรรมที่ 2	58
9	การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในกิจกรรมที่ 3	61
10	การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในกิจกรรมที่ 4	64
11	การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในกิจกรรมที่ 5	67
12	ร้อยละของการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง และอ่อน ทั้ง 5 กิจกรรม	70

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประเทศไทยได้กำหนดวิสัยทัศน์การปฏิรูปการศึกษาเพื่อให้คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ โดยมีจุดเน้นที่สำคัญ ได้แก่ พัฒนาคุณภาพการศึกษา และการเรียนรู้ เปิดโอกาสทางการศึกษา ให้คนไทยเข้าถึงการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ และการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนของสังคมเน้นให้คนไทย และการศึกษาไทยมีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง รักการอ่านและแสวงหาความรู้ มีคุณธรรมพื้นฐาน มีจิตสำนึกและค่านิยมที่พึงประสงค์เห็นประโยชน์ส่วนรวม มีจิตสาธารณะ มีวัฒนธรรมประชาธิปไตย คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ มีทักษะในการคิดและปฏิบัติ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแข่งขัน ซึ่งประเทศไทยต้องก้าวเข้าสู่กระแสใหม่ของการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบเศรษฐกิจฐานความรู้ ต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาทุนมนุษย์ การใช้และการต่อยอดองค์ความรู้ การให้ความสำคัญกับการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ดังนั้น ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการพัฒนากำลังคนที่เหมาะสมและการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับกระแสการเปลี่ยนแปลง (วิจารณ์ พานิช, 2555 : 11)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ และเป็นวิชาที่ช่วยก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้า ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพราะการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (ยุพิน พิพิธกุล และคณะ, 2554 : 5) นอกจากนี้ สิริพร ทิพย์คง (2545 : 1) กล่าวว่า คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างควมมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิดช่างริเริ่ม

สร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความสามารถในการตัดสินใจ มีความรับผิดชอบต่อกิจการงานที่ได้รับมอบหมายตลอดจนมีลักษณะของความเป็นผู้นำในสังคม

การคิดเป็นกระบวนการของสมองเป็นผลผลิตของสติปัญญาโดยอาศัยความเชื่อมโยงของความเข้าใจใช้เวลาในการทบทวนไตร่ตรองเกี่ยวกับเรื่องนั้นก่อนที่จะตัดสินใจ การคิดเป็นตัวกำหนดสิ่งที่เรารู้ ความรู้ที่เราได้จากการคิดนั้นจะเป็นตัวกำหนดความเป็นตัวเรา เราคิดอย่างไร เราคิดอะไร เราจะเป็นเช่นนั้น และความเป็นตัวเราจะเป็นตัวกำหนดวิถีชีวิตของเรา ซึ่งจะทำให้เราแสดงออกทั้งคำพูดและการกระทำโดยอาจจะถ่ายทอดเป็นการเขียน การพูด การกระทำ และการแสดงออกกับปฏิกิริยาต่าง ๆ ดังนั้นกระบวนการคิดก็คือ กระบวนการกำหนดการแสดงออกในรูปของภาษาหรือสัญลักษณ์ การคิดนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่แสดงถึงศักยภาพของมนุษย์ความสามารถทางการคิดจะทำให้เกิดการพัฒนาด้านต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยี นวัตกรรม ๆ การพัฒนาการของวิชาการในทุกด้านตลอดถึงการแก้ปัญหาและการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องของคนในสังคม สิ่งเหล่านี้ย่อมส่งผลต่อความเจริญของประเทศชาติด้วย การคิดมีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบก่อให้เกิดการพัฒนาคนอย่างยั่งยืนซึ่งหมายถึงมิใช่เพียงเพื่อให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นหรือเป็นคนที่มีความรู้ความสามารถเท่านั้น แต่ต้องพัฒนาเพื่อให้เกิดความอยู่รอดอย่างยั่งยืนทั้งในตัวบุคคลและในสังคม หนึ่งในนั้นคือ การคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และไม่ได้เกี่ยวข้องกับเฉพาะสาขาคณิตศาสตร์เท่านั้น (สมทรง สุวพานิช. 2552 : 47-50)

การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงให้เห็นว่าเราจะเริ่มต้นจัดการกับปัญหาที่ประสบอย่างไร มีการนำประสบการณ์เดิมมาใช้วางแผนแก้ปัญหา ต้องใช้เวลา และมีความมุ่งมั่นเพื่อให้เกิดกระบวนการตั้งคำถาม และหาคำตอบอย่างเฉลียวฉลาด หัวใจของการเรียนคณิตศาสตร์คือการคิดทางคณิตศาสตร์ การเพิ่มพูนการคิดทางคณิตศาสตร์ทำได้โดยฝึกคิดแก้ปัญหาโดยตรงไปตรงมา คิดไตร่ตรองจากประสบการณ์เดิม การลงมือปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าสืบสวน สอบสวนค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ ผู้ใดที่มีความคิดลักษณะนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าจะเป็นผู้ที่สามารถให้ความเป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีอีกด้วย การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นลักษณะหนึ่งของการคิด โดยทั่วไป (Rickart. 1996 : 285) ซึ่งสอดคล้องกับ Hyde and Reys (1991: 29 ; 2004 : 30) กล่าวว่า การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นการคิดในเชิงการคิดคำนวณ การคิดแก้ปัญหา การให้เหตุผล ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถ สื่อสาร สื่อความ

หมายทางคณิตศาสตร์ให้บุคคลอื่นรับรู้ได้ รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ นอกจากนี้ยังรู้จักตรวจสอบหรือควบคุมการรู้คิดของตนเอง (Metacognition) ได้อีกด้วย นอกจากนี้ Northwest Regional Educational Laboratory (2005b: 67) กล่าวว่า การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นการประยุกต์วิธีการอย่างเป็นระบบจนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณหรือจำนวน จนกระทั่ง สามารถนึกถึงแบบรูป สร้างสถานการณ์ปัญหาทั่วไป จำแนกความคลาดเคลื่อน และเลือกใช้วิธีการที่หลากหลายได้

การใช้คำถามของผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในชั้นเรียน และยังเป็นเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนระหว่างการเรียนการสอน บางครั้งเมื่อผู้เรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ แต่ผู้สอนช่วยเหลือด้วยการแนะนำ หรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่า หรือเป็นคำถามที่ผู้เรียนสามารถจะคิดได้ ผู้เรียนก็จะค่อย ๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่ต้องการได้ การใช้คำถามของผู้สอนจึงเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน อย่างไรก็ตามการใช้คำถามเป็นศิลปะเฉพาะตัวของผู้สอนแต่ละคน ผู้สอนบางคนมีความสามารถในการใช้คำถาม เข้าใจลักษณะของคำถามที่ดี สามารถปรับเปลี่ยนประเด็นคำถามให้เหมาะสมกับระดับ ความสามารถของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจคำถาม สามารถคิดและแก้ปัญหาได้ Schmalz (1978 : 77) ซึ่งสอดคล้องกับ Rosemary (1973 : 619) กล่าวว่า คำถามระดับสูงช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ ๆ หลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยรู้หรือได้เรียนมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติโดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ครูจะต้องทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ ซึ่งสอดคล้องกับ Thomas and Josepha (1998 : 504) กล่าวว่า ในการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ไม่ใช่ให้นักเรียนจำวิธีการคิดแล้วนำไปใช้แก้ปัญหาแบบเมื่อก่อน ครูควรสอนให้นักเรียนนึกถึงสภาพจริงจากนั้นใช้คำถามขั้นสูง กระตุ้นนักเรียนให้ใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่มาหาคำตอบ การที่ครูคิด และตั้งคำถามขั้นสูงนั้นเป็นเรื่องที่ยากต้องใช้ความอดทน ความพยายามอย่างมาก และต้องทำอย่างเป็นขั้นตอนจึงจะทำให้เกิดผลดีแก่ นักเรียนได้อย่างแท้จริง เพราะขณะที่นักเรียนตอบคำถามโดยการอธิบายความคิดนั้น จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ ทำความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กันด้วย นอกจากนี้ การใช้คำถามระดับสูงจะเป็นสิ่งที่แสดงให้ตัวนักเรียนเองทราบว่าตนเองเข้าใจ หรือไม่เข้าใจในประเด็นใดบ้าง นอกจากนี้ พิมพ์พันธ์ เจริญกุล (2544 : 93) กล่าวว่า คำถามระดับสูงช่วยพัฒนา

ให้ผู้เรียนได้คิดในระดับที่ยากขึ้น เพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณเพื่อที่จะสามารถตัดสินใจจะทำ จะเชื่อ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบันมีปัญหาจากผล
 การประเมิน นักเรียนนานาชาติ (PISA) โดยองค์การความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ
 (OECD) พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ในปี ค.ศ. 2012 คิดเป็น 427
 คะแนน โดยประเทศไทยได้ถูกจัดอยู่ในอันดับที่ 28 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติที่กำหนดไว้คือ
 500 คะแนน สะท้อนให้เห็นว่าผลเรียนของนักเรียนไทยยังอยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจ (สำนักงาน
 ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557 : 42) และจากรายงานผลการทดสอบทาง
 การศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557
 ของโรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าบัว พบว่าโดยภาพรวมคะแนนมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียน
 มีค่าเท่ากับ 25.24 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ (O-NET. 2557 : 5) ผลจาก
 การประเมินชี้ให้เห็นถึงปัญหาของนักเรียนยังไม่ได้รับการปรับปรุงในเรื่องของการคิดทาง
 คณิตศาสตร์ อีกทั้งการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนมีความสำคัญมากเพราะ
 จะเป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดี
 ที่สุด จึงจำเป็นที่ต้องปลูกฝัง และมีการเตรียมความพร้อมตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เพื่อ
 ส่งเสริม ให้นักเรียนเป็นคนที่มีประสิทธิภาพ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์
 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามระดับสูง เพื่อช่วยให้ครูได้ทราบถึงการ
 คิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และตระหนักถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็น
 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถาม
 ระดับสูง

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้ามา ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 9 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การคิดทางคณิตศาสตร์

3. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้เวลาในการวิจัยครั้งนี้อยู่ระหว่างปีการศึกษา 2558

นิยามศัพท์เฉพาะ

การคิด หมายถึง กระบวนการทางสมองที่มนุษย์รับรู้สิ่งเร้า มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและพยายามจัดกระทำกับสิ่งเร้า นั้น ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์ โดยเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา มีการค้นหาหลักการหรือข้อความจริงแล้ววิเคราะห์หาข้อสรุปเป็น ความคิด ซึ่งมนุษย์จะสื่อสารความคิดออกมาโดย การพูด การเขียน หรือ การกระทำ เพื่อใช้แก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ หรือปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม

การคิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดที่ดำเนินไปเป็นพลวัต โดยการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หลากหลายในการทำความเข้าใจแบบรูป หาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุข้อผิดพลาด และ การสร้างยุทธวิธีใหม่ เป็นการใช้เทคนิค ความคิดรวบยอด และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการหาคำตอบของปัญหา เพื่อทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ซึ่งการคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด

การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การวัดและการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางในการวัดและการประเมินการคิดทาง

คณิตศาสตร์ของ Krieglner (2004 : 28) มีองค์ประกอบ 3 ด้านคือการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด

คำถามระดับสูง หมายถึง คำถามที่ต้องใช้การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าในการคิด สามารถสรุปกฎเกณฑ์อย่างมีเหตุผล ในการแก้ปัญหา เป็นคำถามที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูลด้วยตัวเอง

กิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง หมายถึง การฝึกและกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิด การให้เหตุผล และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น โดยการใช้คำถามระดับสูงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงตามแนวทางของ อัมพร ม้าคนอง (2553 : 77-83)

ประโยชน์ที่ได้รับ

ผลการวิจัย เป็นข้อสนเทศในการช่วยให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และผู้เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปพัฒนาการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษาคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามระดับสูง ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. การคิด
4. การคิดทางคณิตศาสตร์
5. คำถามระดับสูง
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 56-58) ได้กล่าวถึงรายละเอียดของหลักสูตรตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับคนอื่นได้อย่างมีความสุข

2. เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

2.1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2.2 การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วย วัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.3 เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยาม แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่อง การเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

2.4 พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

2.6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์
ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่
ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

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

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
(Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปล ความหมายและนำไปใช้
แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ
คาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและ
แก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ
ความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และ
เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรกลุ่มสาระการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความคาดหวัง หรือจุดหมายปลายทางของการเรียน
คณิตศาสตร์ว่า อะไรคือสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนทุกคนรู้และปฏิบัติได้ เพื่อการดำเนินชีวิตเป็น
พลเมืองดีในสังคม และสำหรับการศึกษาต่อในระดับสูงต่อไป

4. คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วนสัดส่วน
ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง
สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สาม
ของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับ
จำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

4.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของ
ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับ
ความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้
ในชีวิตจริงได้

4.3 สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน
และสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่ง ได้แก่ ปริซึม พีระมิด
ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

4.4 มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการ และความคล้ายของ
รูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไป
ใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric -
Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน
(Rotation) และนำไปใช้

4.5 สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

4.6 สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา
และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการ เชิงเส้น
ตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหา

4.7 สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์
กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูล โดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือ
รูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

4.8 เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

4.9 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

4.10 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า คุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นเป้าหมายความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่คาดหวังให้ได้ตามมาตรฐานของหลักสูตร เพื่อให้ครูสอนคณิตศาสตร์ นำไปเป็นแนวทางในการวางแผนและจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่สอนต่อไป

5. คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน ค23102 คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต กล่าวได้ดังนี้ ศึกษา ฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกทักษะการแก้ปัญหา ในสาระต่อไปนี้

อสมการ คำตอบและกราฟแสดงคำตอบของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้ อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ความน่าจะเป็น การทดลองสุ่มและเหตุการณ์ การหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ การนำไปใช้

สถิติ การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา และการเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การหาค่ากลางของข้อมูล การเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูล การอ่านการแปลความหมาย และการวิเคราะห์ข้อมูล การใช้ข้อมูลสารสนเทศ

การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการยกกำลัง อัตราส่วนร้อยละ ปริมาตรและพื้นที่ผิว สถิติ ความน่าจะเป็น

โดยใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม รู้จักใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผล ได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน สามารถเชื่อมโยงความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ ความรอบคอบ มีวิจารณญาณและมีความเชื่อมั่นในตนเอง

6. ตัวชี้วัด

ค 4.2 ม.3/1

ค 5.1 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4

ค 5.2 ม.3/1

ค 5.3 ม.3/1 ม.3/2

ค 6.1 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4 ม.3/5 ม.3/6

รวม 14 ตัวชี้วัด

สรุปได้ว่า คำอธิบายรายวิชา เป็นขอบข่ายเนื้อหาที่ทำการสอนรายวิชา ค23102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ประกอบด้วยชื่อ รหัสวิชา ชื่อรายวิชา จำนวนชั่วโมงต่อปี จำนวนหน่วยกิต ชั้น ภาคเรียนที่ สาระการเรียนรู้ และรหัสตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับมาตรฐานในหลักสูตร

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
1	อสมการ - คำตอบและกราฟแสดงคำตอบของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ	ค4.2 ม.3/1 ค6.1 ม.3/1 – ม.3/6	15

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
	อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว		
2	ความน่าจะเป็น - การทดลองสุ่มและเหตุการณ์ - การหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ - การนำไปใช้	ค5.2 ม.3/1 ค6.1 ม.3/1 – ม.3/6	15
3	สถิติ - การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา และการเก็บรวบรวมข้อมูล - การนำเสนอข้อมูล - การหาค่ากลางของข้อมูล - การเลือกใช้ค่ากลางของข้อมูล - การอ่าน การแปลความหมาย และการวิเคราะห์ข้อมูล - การใช้ข้อมูลสารสนเทศ	ค5.1 ม.3/1 – ม.3/4 ค5. ม.3/1 ม.3/2 ค6.1 ม.3/1 – ม.3/6	15
4	ทักษะกระบวนการ	ค6.1 ม.3/1 – ม.3/6	15
	รวม		60

จากตารางที่ 1 พบว่า โครงสร้างรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมงประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ โดยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คือเรื่องอสมการ จำนวน 15 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 คือเรื่องความน่าจะเป็น จำนวน 15 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คือเรื่องสถิติ จำนวน 15 ชั่วโมง และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 คือเรื่องทักษะกระบวนการ จำนวน 15 ชั่วโมง รวมจำนวนเวลาเรียนทั้งสิ้น 60 ชั่วโมง

สรุปได้ว่า หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ข้างต้น ประกอบด้วย ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ คุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คำอธิบายรายวิชา และการวิเคราะห์ หน่วยการเรียนรู้ เป็นกรอบและทิศทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคม

การคิด

การคิดเป็นการทำงานของสมอง ในการจัดการข้อมูลที่ได้รับให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม โดยการแปรข้อมูลข่าวสารที่ได้รับสู่รูปแบบใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม ในหัวข้อการคิดพื้นฐานทั่วไปขอนำเสนอเนื้อหาตามลำดับต่อไปนี้ ความหมายของการคิด และความสำคัญของการคิด

1. ความหมายของการคิด

ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แสดงทัศนะเกี่ยวกับความหมายของการคิด ไว้ดังนี้

ศรีสุรางค์ ทิณะกุล (2542 : 8) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตมนุษย์เป็นอย่างมาก ซึ่งนักจิตวิทยาเชื่อว่ามนุษย์จะมี ความคิดเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะอยู่ในสถานที่ใดและอิริยามกใด ซึ่งอาจจะได้รับจากสิ่งเร้าภายนอกหรือ ไม่มีสิ่งเร้าใดเป็นพิเศษเฉพาะก็ได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2544 : 63) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นการจัดการข้อมูลที่สมองได้รับ ให้อยู่ในรูปแบบเหมาะสม โดยการแปรข้อมูลข่าวสารที่ได้รับสู่รูปแบบใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งในขณะที่ใช้ความคิด สมองจะนำเอาข้อมูล ความรู้ ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มาคิดร่วมกัน โดยใช้เหตุผล ผสมผสานกับอารมณ์และความต้องการ เพื่อนำไปสู่เป้าหมาย ที่วางไว้

แสงเดือน ทวีสิน (2545 : 191) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นการนำข้อมูลมาปฏิบัติทางสมอง ข้อมูลดังกล่าวอาจเป็นการพูด ภาพ เสียง สัญลักษณ์ ฯลฯ มนุษย์เป็นสัตว์ที่รู้จักคิด การคิดของมนุษย์จะพัฒนาเป็นความคิดรวบยอดเพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถาม แก้ปัญหาหรือปฏิบัติการต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ (2545 : 21) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นกระบวนการกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา มีการเปลี่ยนแปลงของการคิดอยู่เสมอ และไม่มีขีดจำกัดการคิดอาจเกิดขึ้นได้โดยไม่มีจุดมุ่งหมายในการคิด (Associative thinking) เป็นลักษณะการคิดไปเรื่อย ๆ มักไม่มีผลสรุปออกมา

ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ (2551 : 58) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นกระบวนการที่มนุษย์รับรู้สิ่งเร้า มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและพยายามจัดกระทำกับสิ่งเร้านั้น โดยการผ่านกระบวนการทางสมองจนได้ผลผลิตเป็นความคิดซึ่งมนุษย์จะสื่อสารความคิดออกมา โดย การพูด การเขียน หรือ การกระทำ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551: 3-4) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นกระบวนการทำงานของสมองที่เป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์ อันเป็นผลมาจากประสบการณ์เดิม สิ่งเร้า และสภาพแวดล้อมที่เข้ามากระทบ ส่งผลให้เกิดความคิดในการแก้ไขปัญหาหรือปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น รวมทั้งสามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้นได้ การคิดเป็นสิ่งที่ เป็นนามธรรมเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องและเป็นขั้นตอน การคิดมีหลายลักษณะซึ่งมีจุดมุ่งหมายและกระบวนการในการคิดที่แตกต่างกัน ซึ่งคนทุกคนสามารถฝึกฝนเรียนรู้และพัฒนาได้ มนุษย์สามารถเรียนรู้ในการพัฒนาการคิดได้อย่างหลากหลายรูปแบบทักษะและกระบวนการคิดจึงมีหลากหลายสามารถแยกเป็นทักษะย่อย ๆ ได้อีกจำนวนมาก

Guilford (1967 : 45) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นการค้นหาหลักการ โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงนั้น ๆ รวมทั้งการนำหลักการของข้อความจริงนั้น ๆ ไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม

Piaget (1969 : 58) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับความจริงที่ได้รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกันเพื่อปรับความคิดของตนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่ง ไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

Berger (1984 : 306) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นลักษณะเฉพาะของมนุษย์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองของบุคคล (Cognitive Process) มีแนวทางอันแน่นอน โดยอาศัยข้อมูล ประสบการณ์การจากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ผ่านช่องทางอวัยวะรับสัมผัส การรู้สึก การรับรู้ และระบบความจำ มาสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและสภาพแวดล้อม และนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ สังเคราะห์ และประเมินอย่างมีระบบมีเหตุผล เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหา

อย่างเหมาะสม หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ การแก้ปัญหาที่อาศัยนามธรรม และสัญลักษณ์เป็นส่วนใหญ่ การคิดมักจะจบลงด้วยการสรุปในขั้นสุดท้าย

Bruno (1980 : 259) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า เป็นกระบวนการทางสมอง ที่ใช้สัญลักษณ์ จินตภาพ ความคิดเห็น และความคิดรวบยอด แทนประสบการณ์ในอดีต ความเป็นไปได้ใน อนาคต และความเป็นจริงที่ปรากฏ ดังนั้นการคิดจึงทำให้คนมีกระบวนการทางสมองใน ระดับสูง

Ruggiero (1988 : 2-3) กล่าวถึงความหมายของการคิดไว้ว่า การดำเนิน ไปของกิจกรรมทางสมองอย่างมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างกฎเกณฑ์ เพื่อแก้ปัญหา ช่วยตัดสินใจหรือพยายามทำความเข้าใจ ซึ่งการคิดไม่ใช่สิ่งลึกลับแต่มีรูปแบบที่เรียนรู้ได้

สรุปได้ว่า การคิด หมายถึง กระบวนการทางสมองที่มนุษย์รับรู้สิ่งเร้า มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งเร้าและพยายามจัดกระทำกับสิ่งเร้า นั้น ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์โดยเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา มีการค้นหาหลักการหรือข้อความจริงแล้ววิเคราะห์หาข้อสรุปเป็น ความคิด ซึ่งมนุษย์จะสื่อสารความคิดออกมาโดย การพูด การเขียน หรือ การกระทำ เพื่อใช้แก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ หรือปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม

2. ความสำคัญของการคิด

ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน ได้แสดงทัศนะเกี่ยวกับความสำคัญของการคิด ไว้ดังนี้

อุษณีย์ โภธิสุข และคณะ (2547: 125) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า ความสำคัญและผลผลิตของการคิดเป็นเรื่องสำคัญและเป็นคุณสมบัติที่พิเศษที่เกิดขึ้นในตัวมนุษย์ ในการฝึกฝนทักษะในการคิดด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่หลากหลายเป็นกระบวนการที่สำคัญยิ่งของคุณภาพการคิดที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้อีก

ลักขณา สิริวัฒน์ (2549 : 125-126) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า ถ้าแต่ละคนคิดดี คิดถูกทาง คิดเหมาะสม การดำเนินชีวิตของคนและความเป็นไปของสังคมก็จะดำเนินไปอย่างมีคุณค่า การคิดจึงเป็นเรื่องสำคัญของมนุษย์ การคิดเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่ซับซ้อนสังคมจะก้าวหน้าต่อไปได้ก็ต่อเมื่อบุคคลในสังคมมีความคิด รู้จักคิดป้องกัน หรือคิดแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน และพัฒนาปรับปรุงภาวะต่าง ๆ ให้ดีขึ้น

คนต้องอาศัยความคิดเป็นสิ่งที่นำไปสู่การดำเนินชีวิต การดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพและสัมฤทธิ์ผล

สุวิทย์ มูลคำ (2549 : 126) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า การมีทักษะกระบวนการคิดที่รวดเร็วที่สุด ท้นต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกที่เกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคตเป็นการแสดงถึงคุณภาพของนักเรียนที่เป็นมนุษย์อย่างสมบูรณ์ที่บ่งถึงมีลักษณะของการเป็นคนเก่ง เป็นคนดี และเป็นคนที่มีความสุข

อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์ (2555 : 126) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า การคิดเป็นธรรมชาติที่เกิดขึ้นกับทุกคนและมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน คนที่มีความเป็นอัจฉริยะบุคคลจะสามารถสร้างระบบการคิดที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าคนทั่วไป คุณภาพนักเรียนที่เป็นมนุษย์อย่างสมบูรณ์สามารถนำสิ่งที่เรียนรู้มาพัฒนาตนเองให้มีประสิทธิภาพ เป็นบุคคลที่เก่งในด้านการคิด เป็นผู้ที่ดีคิดดี มีความชัดเจน

Whittington (1997 : 12) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า ผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการคิดและความสามารถทางสติปัญญา ซึ่งพบว่า การคิดมีความสำคัญและขาดไม่ได้ในการเรียนการสอนในโรงเรียน นักเรียนที่เรียนได้ประสบความสำเร็จ โดยมีพื้นฐานทางการคิดเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ส่วนนักเรียนที่เรียนไม่ประสบความสำเร็จนั้นเป็นเพราะไม่ได้อาศัยการคิด

Zohar, A. & Dori Y. (2003 : 145-181) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดไว้ว่า การส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง การคิดเป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดมีความสำคัญมากและสามารถประยุกต์ใช้ได้กับการเรียนรู้สำหรับนักเรียนทุก ๆ คน

สรุปได้ว่า การคิดมีความสำคัญ คือ เป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดของชีวิต การคิดมีผลโดยตรงต่อคุณภาพชีวิต และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ การปรับปรุงคุณภาพการคิดอยู่เสมอ แสดงให้เห็นถึงคุณภาพของการเป็นมนุษย์อย่างสมบูรณ์ที่มีลักษณะของการเป็นคนเก่ง เป็นคนดี และเป็นคนที่มีความสุข ถ้าคนแต่ละคนคิดดี คิดถูกต้อง คิดเหมาะสม การดำเนินชีวิตของคนและความเป็นไปของสังคมก็จะดำเนินไปอย่างมีคุณค่า

การคิดทางคณิตศาสตร์

ในหัวข้อการคิดทางคณิตศาสตร์ขอเสนอเนื้อหาตามลำดับต่อไปนี้ ความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ ความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ และแนวทางการวัดและการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายและให้ความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Greenwood (1993 : 58) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการเข้าใจแบบรูป หาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุข้อผิดพลาด และการสร้างยุทธวิธีใหม่ การคิดทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดวิธีการเชิงระบบสำหรับปัญหาเชิงปริมาณที่เป็นผลของการเรียนรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการเน้นการเรียนรู้มากกว่าการมุ่งเพียงผลลัพธ์หรือคำตอบ และกล่าวไว้ว่า ถ้าสนับสนุนจุดนี้ให้เกิดขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์จะเป็นประโยชน์ ไม่เพียงแต่การเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่จะเกิดความสามารถในการคิดและให้เหตุผลในตัวนักเรียนด้วย

O'Daffer and Thomquist (1993 : 43) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้น

Mason, et al. (1994 : 158) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการคิดที่ดำเนินไปเป็นพลวัต ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถจัดการสิ่งที่มีความซับซ้อนและขยายความเข้าใจของเราได้

Lutfiyya (1998 : 55-56) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นสิ่งที่รวมถึงทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์อย่างชาญฉลาด เพื่อจะนำไปสู่ความเข้าใจในแนวคิดนั้น ๆ ซึ่งจะต้องอาศัยการค้นหาความสัมพันธ์ที่อยู่ระหว่างแนวคิดนั้น ๆ อาจจะเป็นภาพหรือการได้รับการสนับสนุนจากเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและความสัมพันธ์เหล่านั้น และการแก้ปัญหาที่รวมถึงแนวคิดนั้น ๆ

Henderson et al. (2001 : 1) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างใดอย่างหนึ่งที่แสดงออกมาอย่างชัดเจน หรือแสดงออกมาเป็นนัย ในการหาคำตอบของปัญหา

Manouchehri (2005 : 65) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว กระบวนการทำความเข้าใจนี้ไม่ใช่คณิตศาสตร์แต่เป็นการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และการดำเนินการเพื่อให้ได้

คำตอบ ซึ่งการคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอ
ตัวแทนความคิด

สรุปได้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดที่ดำเนินไปเป็นพลวัต
โดยการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หลากหลายในการทำความเข้าใจแบบรูป รนา
สถานการณ์ร่วมของปัญหา ระนุข้อผิดพลาด และ การสร้างยุทธวิธีใหม่ เป็นการใช้เทคนิค
ความคิดรวบยอด และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการหาคำตอบของปัญหา เพื่อทำความเข้าใจ
เข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ซึ่งการคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การแก้ปัญหา การให้เหตุผล
และการนำเสนอตัวแทนความคิด

2. ความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีความเป็นระบบและ
เกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผล นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายและให้แนวคิดเกี่ยวกับความสำคัญ
ของการคิดทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ยีน กูว์รเวอร์ธ (2533 : 80) ได้กล่าวโดยสรุปว่า ในปัจจุบันปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้น
ในชีวิตประจำวันมีวิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักของเหตุและผล อาศัยรูปแบบการคิดทาง
คณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ ซึ่งจำเป็นต้องมีข้อมูลในระดับหนึ่งมาช่วยในการตัดสินใจ หลักการ
ของการแก้ปัญหาใดก็ตามก็คือ นำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เป็นความจริง เป็นความรู้ เป็นทฤษฎีต่าง ๆ
ซึ่งก็คือ กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์นั่นเอง มาใช้ประกอบข้อมูลที่มีอยู่ในระดับหนึ่ง อ้างอิง
คำตอบของปัญหาที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหานี้เป็นกลไกที่เกิดขึ้นในสมองของแต่ละ
คน แม้ว่าคำตอบที่ได้จะเหมือนกัน แต่ในด้านของวิธีการของแต่ละบุคคลซึ่งอาศัยพื้นฐาน
การคิดทางคณิตศาสตร์ ความมีเหตุผลอาจจะแตกต่างกันไปก็ได้

Stermberg (1987 : 303) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นการ
นิยามข้อมูลให้กระจ่าง ส่งผลให้เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพของแต่ละ
บุคคล

Mason and Stacey (1994 : 158) กล่าวไว้โดยสรุปว่า การคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วย
ให้เราสามารถจัดการสิ่งที่มีความซับซ้อนและขยายความเข้าใจของเราได้

Jackson et al. (1994 : 1) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า
มนุษย์ได้ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Idea) เกี่ยวกับปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่
ตลอดเวลา แต่ไม่ได้สนใจศึกษาปัญหานั้นเท่าใดนัก แต่หากมีบางคนให้ความสนใจ สนุกกับ

ปัญหาที่เกิดขึ้นมีความกระตือรือร้น พยายามศึกษารูปแบบโดยให้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ อาจกล่าวได้ว่าคน ๆ นั้น ได้ใช้การคิดทางคณิตศาสตร์

Henderson (2002 : 1) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เราใช้การคิดทางคณิตศาสตร์ในการประยุกต์ เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านแนวคิด และด้านกระบวนการ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

Stacey (2007 : 25) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญใน 3 วิธีทาง ได้แก่ 1) การคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการศึกษา 2) การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญต่อวิธีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 3) การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

สรุปได้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญต่อวิธีการเรียนรู้ และการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยให้เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพจนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

3. องค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

NCTM (2000: 52-71) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ส่วนคือ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงสาระหลักทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

Cai (2003: 720) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้มาจากการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา การแสดงขอบเขตความรู้ทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอตัวแทน ความคิดของกระบวนการแก้ปัญหา การสนับสนุนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการตั้ง ปัญหา

Kriegler (2004 : 28) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) ประกอบด้วย การใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาที่หลากหลาย 2) ทักษะการนำเสนอตัวแทนความคิด (Representation Skills) ใช้การนำเสนอความสัมพันธ์ที่สามารถมองเห็น สัญลักษณ์ ตัวเลข ภาษา และ 3) ทักษะการให้เหตุผล (Reasoning Skills) พิจารณาในส่วนของ

การให้เหตุผลอุปนัยและนิรนัย เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการคิดทางคณิตศาสตร์รวมถึงการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

Manouchehri (2005: 37) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์จะต้องทำความเข้าใจ สิ่งต่าง ๆ รอบตัวคือ 1) การแก้ปัญหา 2) การนำเสนอตัวแทนความคิดในรูปแบบที่มองเห็นได้ เช่น แผนภูมิ รูปภาพ หรือกราฟ ในรูปตัวเลข เช่น ตาราง การทำรายการ ในรูปสัญลักษณ์และในรูปคำพูด 3) การให้เหตุผล ได้แก่ การสร้างกรณีทั่วไป การสรุปที่สมเหตุสมผล วิธีการอุปนัยซึ่งเป็นการตรวจสอบ กรณีเฉพาะ การจำแนกแบบรูปและความสัมพันธ์ การขยายแบบรูปและความสัมพันธ์

Swan and Ridgway (2005: 56) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ได้แก่ ความรู้หลักที่เด่น ๆ วิธีการแก้ปัญหา การใช้แหล่งข้อมูลที่ได้ผล มีการรับรู้ทางคณิตศาสตร์ และการลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์

กรองทอง ไครรี่ (2550 : 18) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ 1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยระบุว่า ในการแก้ปัญหานักเรียนต้องใช้ความสามารถในการสำรวจ (Explore) รวมทั้งมีการคิดเกี่ยวกับตัวปัญหาและการใช้เหตุผลในการหาคำตอบของปัญหาทั้งแบบธรรมดา (Routine Problem) หรือปัญหาที่แปลกใหม่ (Non- Routine Problem)

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดทางคณิตศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) การแก้ปัญหา นักเรียนต้องสามารถวิเคราะห์ปัญหา เลือกใช้กลยุทธ์และสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา 2) การให้เหตุผล นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และข้อมูลในการวิเคราะห์ปัญหา อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา รวมทั้งอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ และ 3) การนำเสนอตัวแทนความคิด นักเรียนสามารถใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา และใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา

4. การวัดและการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษากล่าวเกี่ยวกับการวัดและการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ Kriegler (2004 : 28) ได้กล่าวถึง การวัดและการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ ไว้

3 ด้านคือ

1. ด้านการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา โดยสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบคืออะไร สิ่งที่เป็นปัญหากำหนดให้คืออะไร สามารถเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา เช่น การสร้างรายการ ตาราง สมการ การวาดภาพ การลองผิดลองถูก รวมทั้งสรุปคำตอบได้สอดคล้องกับปัญหา

2. ด้านการให้เหตุผล (Reasoning Skills) เป็นความสามารถในการใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ สามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์หรือตัวแทนความคิดในวิธีการแก้ปัญหา และอธิบายความสมเหตุสมผลของคำตอบ

3. ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด (Representation Skills) เป็นความสามารถในการใช้ตัวแทนความคิด เพื่อทำความเข้าใจปัญหาสามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงกระบวนการแก้ปัญหา และสามารถใช้ตัวแทนความคิดเพื่อแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา โดยอาจใช้การเขียนข้อความ วาดภาพ หรือสัญลักษณ์ ใช้การขีดเขียนหรือวงกลมข้อความในโจทย์ กำหนดตัวแปรเขียนแผนภาพ ตาราง กราฟ หรือตัวแบบทางเรขาคณิต

โดยสามารถนำมาสร้างเป็นเกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
P1 วิเคราะห์ปัญหา โดยสามารถ	
(1) ระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบคืออะไร	
(2) ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดคืออะไร	
(1) สามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบคืออะไร	
1	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ได้ถูกต้องและครบถ้วน
0.5	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
0	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้ไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดให้
(2) สามารถระบุได้ว่าสิ่งที่ปัญหากำหนดให้คืออะไร	
1	ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ ได้ถูกต้องและครบถ้วน
0.5	ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
0	ระบุสิ่งที่ปัญหาต้องการทราบ ไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถระบุสิ่งที่ปัญหา

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
	ต้องการทราบ
P2 เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา	
2	เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับปัญหา นำไปสู่การแก้ปัญหาที่เร็วรวดเข้าใจง่าย
1	เลือกใช้กลยุทธ์ไม่เหมาะสมกับปัญหา นำไปสู่การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหรือยุ่งยากเกินความจำเป็น
0	ไม่มีการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
P3 สรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา	
2	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบและสอดคล้องกับปัญหา
1	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง ไม่ครบถ้วนตามประเด็นที่ปัญหาต้องการทราบและสอดคล้องกับปัญหา
0	สรุปคำตอบผิด หรือไม่สรุปคำตอบ

ตารางที่ 3 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
R1 ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์	
2	ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหา เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ในปัญหาได้ถูกต้อง
1	ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหา เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ในปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
0	ไม่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และข้อมูลจากปัญหา เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ในปัญหา หรือไม่มีการเขียน
R2 อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	
2	อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัญหา
1	อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ปัญหาได้เพียงบางส่วนหรือไม่ชัดเจน

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
0	ไม่สามารถอธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหาได้ หรือไม่เขียนอธิบายเหตุผล
R3 อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ	
2	อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบได้สอดคล้องกับปัญหา
1	อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบได้แต่ไม่สอดคล้องกับปัญหา
0	ไม่สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผลหรือไม่ให้เหตุผล

ตารางที่ 4 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
Re1 การใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา โดยอาจใช้ข้อความ วาดภาพหรือสัญลักษณ์ ใช้การขีดเขียน (วงกลม) ข้อความใน โจทย์ เขียนแผนภาพความคิด	
2	ใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหาได้ เพื่อสื่อความหมายได้อย่างเหมาะสมกับปัญหา
1	ใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหาได้ แต่สื่อความหมายได้บางส่วน
0	ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหาได้ หรือไม่แสดงการใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา
Re2 การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา โดยอาจใช้การวาดภาพ สัญลักษณ์ หรือตัวแปร ข้อความ ตาราง หรือกราฟ ตัวแบบทางเรขาคณิต	
2	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับปัญหา และสื่อความหมายได้อย่างเหมาะสม
1	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับปัญหา แต่ไม่สื่อความหมายในกระบวนการแก้ปัญหา หรือ ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการกระบวนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมกับปัญหา แต่สื่อความหมายในกระบวนการแก้ปัญหาได้

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
0	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมกับปัญหา และไม่สื่อความหมายในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา หรือ ไม่แสดงการใช้การนำเสนอตัวแทนความคิด
Re3 การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา โดยอาจใช้ข้อความ หรือ สัญลักษณ์	
2	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้ชัดเจน
1	ใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่สื่อความหมายไม่ชัดเจน หรือใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาไม่เหมาะสม แต่สื่อความหมายได้ชัดเจน
0	ไม่สามารถใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหาและสื่อความหมายได้ หรือไม่เขียน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การวัดและการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ของ Krieglner (2004 : 28) โดยมีการประเมินทั้ง 3 ด้านคือ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการนำเสนอตัวแทนความคิด

5. แนวทางในการจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์

Fraivillig (2001: 454 - 459) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดของนักเรียน โดยมีเป้าหมายเพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายด้วยตัวของนักเรียนเอง ซึ่งมีลักษณะที่ให้โอกาสนักเรียนได้พัฒนาความคิด สนับสนุนส่งเสริมการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และช่วยทำให้เกิดความท้าทายในความคิดของนักเรียน โดยได้เสนอยุทธศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Strategies for Advancing Children's Mathematical Thinking) เพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีความหมายสำหรับนักเรียน โดยได้กำหนดแนวทางการจัดกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Advancing Children's Thinking : ACT) จากการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีองค์ประกอบของการจัดกิจกรรม ดังนี้

1. ขั้นล้วงความคิด (Eliciting) เป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ/อำนวยความสะดวกโดยทำท่ายให้นักเรียนได้อธิบายและวิเคราะห์วิธีการหาคำตอบด้วยตัวของเขาเอง ด้วยการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดด้วยการพูด/อธิบาย รวมทั้งใช้คำอธิบายของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการกำหนดบทเรียน ในขั้นนี้จึงเน้นที่การเอาคำตอบหลาย ๆ คำตอบจากนักเรียนในปัญหาหนึ่ง ๆ โดยใช้กลวิธีดังนี้

- 1.1 ครูสนทนากับนักเรียน โดยกล่าวถึงสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียน
- 1.2 ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นและล้วงเอาคำตอบจากนักเรียนหลาย ๆ คำตอบในปัญหาหนึ่ง ๆ
- 1.3 ครูให้เวลานักเรียนได้คิดและฟังคำอธิบายวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน
- 1.4 ครูให้กำลังใจ สนับสนุน ส่งเสริมนักเรียนให้มีส่วนร่วมในกิจกรรม
- 1.5 ยอมรับคำอธิบาย / แนวคิดทั้งที่ถูกและผิดของนักเรียน
- 1.6 ส่งเสริมให้นักเรียนร่วมมือกันแก้ปัญหา
- 1.7 พิจารณาเลือกนักเรียนให้ออกมารายงานแสดงความคิดเพื่อเป็นหัวข้อในกาอภิปราย

2. ขั้นสนับสนุนความคิด (Supporting) หลังจากการล้วงความคิดและได้คำตอบหลาย ๆ คำตอบจากนักเรียนแล้ว ในขั้นตอนนี้เป็นการส่งเสริม/สนับสนุนการคิดของนักเรียน ทั้งคนที่ออกมารายงานแสดงความคิด คนที่ไม่ได้ออกมารายงานแสดงความคิด นักเรียนทั้งชั้น และนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ โดยใช้กลวิธีดังนี้

- 2.1 ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้ระลึกถึงปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน
- 2.2 ครูทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา
- 2.3 ครูทบทวน / อธิบายวิธีการแก้ปัญหของนักเรียนคนอื่น ๆ ที่ไม่ซ้ำกับคนที่ออกมารายงานแสดงความคิด อย่างช้า ๆ ตามลำดับขั้นตอน
- 2.4 นักเรียนฝึกคิดเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน ที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งแต่กลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ จำนวน 1, 2 และ 1 คน ตามลำดับ เพื่อร่วมมือกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการหรือคำตอบที่เพื่อนได้รายงาน

2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกตัวแทนกลุ่ม 1 คน ออกมารายงานผลการคิดจากการอภิปราย/แก้ปัญหาพร้อมกัน

2.6 ครูเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนแต่ละวิธีการแก้ปัญหานักเรียนบนกระดาน

2.7 นักเรียนอธิบาย คัดแปลงวิธีการแก้ปัญหา คำตอบหรือแนวคิดต่าง ๆ ของเพื่อนเป็นคำพูดของตนเอง แต่ยังคงความหมายเดิม

2.8 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลการคิด

2.9 ครูช่วยเหลือ สนับสนุนนักเรียนที่คิดไม่ทันเพื่อนและนักเรียนที่คิดได้ไกล/ลึกซึ่งกว่าเพื่อน ๆ คนอื่น

3. ขยายความคิด (Extending) เป็นขั้นตอนที่ครูรักษามาตรฐานและสิ่งทีคาดหวังสำหรับนักเรียนทุกคน โดยขยาย/ปรับปัญหาเดิมหรือเปลี่ยนปัญหาใหม่ พร้อมทั้งขยายความคิดของนักเรียนด้วยการกระตุ้นให้สะท้อนการคิดทางคณิตศาสตร์และหาวิธีการอื่น ๆ โดยใช้กลวิธีดังนี้

3.1 รักษามาตรฐานและสิ่งทีคาดหวังสำหรับนักเรียนทุกคน ด้วยการถามคำถามเพื่อให้ให้นักเรียนพยายามแก้ปัญหาที่ยากขึ้นจากการปรับ/ขยายเงื่อนไขปัญหาเดิมหรือเปลี่ยนปัญหาใหม่

3.2 ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียน ได้บรรยาย แสดงความเห็นวิเคราะห์เปรียบเทียบและสรุปแนวคิดที่ได้จากบทเรียน

3.3 ครูเขียนวิธีการ/คำตอบทั้งหมดบนกระดานเพื่อสะท้อนความคิดต่อไป

3.4 ส่งเสริมและท้าทายนักเรียนเป็นรายบุคคลให้พยายามหาวิธีการ/คำตอบอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา

3.5 ส่งเสริมการใช้วิธีการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

3.6 ส่งเสริมให้นักเรียนรักความท้าทาย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำ แนวทางในการจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของ Fraivillig มาปรับใช้เพื่อให้มีความเหมาะสมกับบริบทของงานวิจัย

คำถามระดับสูง

ในหัวข้อคำถามระดับสูง ขอนำเสนอเนื้อหาตามลำดับต่อไปนี้ ความหมายของคำถามระดับสูง ความสำคัญของคำถามระดับสูง ประเภทของคำถามระดับสูง ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามระดับสูงกับการคิดทางคณิตศาสตร์ และตัวอย่างการใช้คำถามระดับสูง

1. ความหมายของคำถามระดับสูง

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของคำถามระดับสูง ไว้ดังนี้

พิมพันธ์์ เชชะคุปต์ (2542 : 1-3) ได้กล่าวถึงความหมายของคำถามระดับสูงไว้ว่าเป็นคำถามที่ต้องการคำตอบระดับการแปลผล การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า หรือเรียกได้ว่าเป็นคำถามที่ต้องการวัดความคิด ช่วยพัฒนานักเรียนในด้านของทักษะความคิดและการให้เหตุผล

Rosemary (1973 : 619-626) ได้ให้กล่าวถึงความหมายของคำถามระดับสูงไว้ว่าเป็นคำถามที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบ สรุปกฎเกณฑ์อย่างมีเหตุผล คำถามที่ให้นักเรียนค้นพบรูปแบบใหม่ ๆ และคำถามที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

Blosser (1975:59) ได้กล่าวถึงความหมายของคำถามระดับสูงไว้ว่าเป็นคำถามแบบเปิดที่มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ เป็นคำถามที่ใช้เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการอภิปรายหรือปฏิบัติสัมพันธ์หรือเพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหรือเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐาน อย่างอิสระ

George and Wragg (1993 : 6) ได้กล่าวถึงความหมายของคำถามระดับสูงไว้ว่าเป็นคำถามที่ต้องการคำตอบมากกว่าการให้นักเรียนบอกข้อความจริง/ความหมาย หรือให้ยกตัวอย่าง แต่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ สรุปอ้างอิง ตัวอย่างเช่น ทำไมนกจึงไม่เป็นแมลงหรือนี้คือส่วนที่ยังเหลืออยู่จึงเขียนในรูปร้อยละ

Jeffrey (2001 : 84) ได้กล่าวถึงความหมายของคำถามระดับสูงไว้ว่า คำถามที่ถามเพื่อให้นักเรียนได้ตอบสนองและใช้ความคิดระดับสูง หรือระดับที่มากกว่าความรู้ความจำ

Kathleen (2001 : 5) ได้กล่าวถึงความหมายของคำถามระดับสูงไว้ว่า คำถามขั้นสูงเป็นคำถามที่ถามในสิ่งที่เป็นนามธรรมที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วนำมาใช้ในการหาคำตอบหรือสนับสนุนคำตอบโดยมีหลักฐานและเหตุผลเพียงพอ

John (2007 : 43) ได้กล่าวถึงความหมายของคำถามระดับสูงไว้ว่า คำถามระดับสูงเป็นคำถามที่ช่วยให้ นักเรียนคิดวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา เป็นคำถามที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาข้อมูลด้วยตัวเอง

สรุปได้ว่า คำถามระดับสูง หมายถึง คำถามที่ต้องใช้การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และ ประเมินค่าในการคิด สามารถสรุปกฎเกณฑ์อย่างมีเหตุผล ในการแก้ปัญหา เป็นคำถามที่ สนับสนุนให้มีการอภิปราย และช่วยกระตุ้นให้ นักเรียน ได้ค้นหาข้อมูลด้วยตัวเอง

2. ความสำคัญของคำถามระดับสูง

มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของคำถามชั้นสูง ไว้ดังนี้

พิมพ์พันธ์ เศษะคุปต์ (2544 : 93) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคำถามระดับสูง ไว้ว่า คำถามระดับสูงช่วยพัฒนาให้นักเรียน ได้คิดในระดับที่ยากขึ้น เพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อที่จะสามารถตัดสินใจจะทำ จะเชื่อ หรือแก้ปัญหา ได้อย่างมีหลักการและถูกทาง

Rosemary (1973 : 619) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคำถามระดับสูง ไว้ว่า เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียน ได้พบสิ่งใหม่ ๆ หลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยรู้หรือ ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติ โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ครูจะต้องทำให้นักเรียนเกิด การเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ

Alsop and Hicks (2001: 89) ได้กล่าวไว้ว่า คำถามระดับสูง จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียน ได้มีการเชื่อมโยงความและการให้เหตุผล และนำความมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นคำถามที่ให้นักเรียน ได้ใช้ความคิด

Ruddel (1974 : 237 – 283) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคำถามระดับสูง ไว้ว่า ไม่เพียงแต่กระตุ้นความคิดและความเข้าใจเท่านั้น แต่ยังทำให้นักเรียนเกิดความงอกงามทางปัญญา เพราะคำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนประเมินและพัฒนาแนวคิดของเขา

Thomas and Josepha (1998 : 504) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคำถามระดับสูง ไว้ว่า เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ไม่ใช่ให้นักเรียนจำวิธีการคิดแล้วนำไปใช้แก้ปัญหาแบบเมื่อก่อน ครูควรสอนให้นักเรียนนึกถึงสภาพจริงจากนั้นใช้คำถามชั้นสูง กระตุ้นนักเรียนให้ใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่มาหาคำตอบ การที่ครูคิด และตั้งคำถามชั้นสูงนั้นเป็นเรื่องที่ยาก ต้องใช้ความอดทน ความพยายามอย่างมาก และต้องทำอย่างเป็นขั้นตอนจึงจะทำให้เกิดผลดีแก่นักเรียน ได้อย่างแท้จริง เพราะขณะที่นักเรียนตอบคำถามโดยการอธิบายความคิดนั้น จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ ทำความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กันด้วย นอกจากนี้ การใช้คำถามระดับสูงจะเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นให้นักเรียนเองทราบ ว่าตนเองเข้าใจ หรือไม่เข้าใจในประเด็นใดบ้าง

Center For Teaching Excellence University of Urbana Champaign (2006 : 71) ได้กล่าวไว้ว่า เป็นคำถามที่มีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เพื่อ

1. ส่งเสริมนักเรียนให้รู้จักการคิดอย่างลึกซึ้งและละเอียดรอบคอบ
2. การแก้ปัญหาของนักเรียน
3. ส่งเสริมให้มีการอภิปราย
4. ส่งเสริมให้นักเรียนค้นหาสารสนเทศด้วยตัวของพวกเขาเอง

สรุปได้ว่า คำถามระดับสูง ช่วยพัฒนาให้นักเรียน ได้คิดในระดับที่ยากขึ้น เพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีการเชื่อมโยงความคิด การให้เหตุผล และสามารถนำความคิดมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวเอง อย่างมีหลักการและถูกทาง

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามระดับสูงกับการคิดทางคณิตศาสตร์

คำถามระดับสูงเป็นแนวทางหนึ่งที่ครูควรพิจารณานำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีความสำคัญต่อการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ ดังแนวคิดของนักการศึกษาแต่ละท่านดังต่อไปนี้

Rosemary (1973 : 619) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำถามระดับสูงกับการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การที่ครูใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ๆ หลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยเรียนรู้หรือได้เรียนมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติโดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว นั่นคือ ครูมีหน้าที่จะต้องทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ

Kathleen (2001 : 5) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำถามระดับสูงกับการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การที่ครูถามคำถามระดับสูงจะทำให้ได้คำตอบจากนักเรียนที่มาจากการใช้การคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นด้วย

อัมพร ม้าคอง (2553 : 77-83) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำถามระดับสูงกับการคิดทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าการใช้คำถามของผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดทางคณิตศาสตร์และการมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียน และยังเป็นเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจของนักเรียนระหว่างการเรียนการสอน บางครั้งเมื่อนักเรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ แต่ผู้สอนช่วยเหลือด้วยการแนะนำ หรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่า หรือเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถจะคิดได้ นักเรียนก็จะค่อยๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่

ต้องการได้ การใช้คำถามระดับสูง เป็นคำถามที่ผู้สอนสามารถนำไปใช้กระตุ้นนักเรียนให้เกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คำถามระดับสูงกับการคิดทางคณิตศาสตร์

คำถามระดับสูง	จุดประสงค์ของการถาม
<p>ทักษะการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปัญหานี้ ต้องการให้หาอะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง เพียงพอที่จะหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่ต้องการหาข้อมูลใดเพิ่มเติม และจะหาได้อย่างไร - เคยเห็นหรือเคยแก้ปัญหาลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ ถ้าเคย เป็นเรื่องอะไร และแก้ปัญหายังไง - จะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร ต้องใช้ความรู้เรื่องใดมาช่วยบ้าง - แน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบถูกต้อง มีวิธีตรวจสอบอย่างไร - มีวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ ถ้ามี วิธีใดบ้าง - วิธีแก้ปัญหามีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะเหตุใด - ถ้าจะทำปัญหานี้ให้ซับซ้อนขึ้น จะเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข หรือข้อมูลอะไรได้บ้าง เปลี่ยนอย่างไร <p>ทักษะการให้เหตุผล</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทำไมจึงใช้วิธีคิดอีกวิธีหนึ่งไม่ได้ - เห็นด้วยกับสิ่งที่เพื่อนอธิบายหรือไม่เพราะเหตุใด <p>จากวิธีการที่นำมาทั้งหมด ได้ข้อสรุปในการแก้ปัญหาได้อย่างไร</p> <ul style="list-style-type: none"> - ข้อสรุปที่ได้เป็นจริงเสมอไปหรือไม่เพราะเหตุใด 	<p>เพื่อให้นักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา - ระลึกหรือเชื่อมโยงไปสู่ความรู้และประสบการณ์เดิม - วางแผนและกำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหา - ตรวจสอบคำตอบหรือความสมเหตุสมผลของคำตอบ - ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา - วิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพของการแก้ปัญหา - ขยายความคิดจากการแก้ปัญหา <p>เพื่อให้นักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ใช้เหตุผลในการเลือกใช้วิธีคิดที่เหมาะสม - ใช้เหตุผลในการอธิบายความคิดเห็นของตนเอง - วิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุป - ใช้เหตุผลในการอ้างอิงข้อสรุปไปใช้ทั่วไป

คำถามระดับสูง	จุดประสงค์ของการถาม
ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ - อธิบายปัญหาให้เพื่อนฟังหน่อย - ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้บอกอะไรได้บ้าง - จะสรุปวิธีแก้ปัญหานี้สั้น ๆ ได้อย่างไร - ควรนำเสนอข้อมูลนี้ในรูปแบบใด เพราะเหตุใด	เพื่อให้นักเรียน - สื่อความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโดยการพูด - สื่อความหมายของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ - สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ - เลือกใช้การนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

สรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามระดับสูงกับการคิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การฝึกและกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิด การใช้เหตุผล และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น โดยการใช้คำถามระดับสูง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงตามแนวทางของ อัมพร ม้าคนอง (2553 : 77-83)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้องานวิจัยที่เกี่ยวข้องขอเสนอเนื้อหาตามลำดับต่อไปนี้ งานวิจัยในประเทศ และงานวิจัยต่างประเทศ

1. งานวิจัยในประเทศ

1.1 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการคิดทางคณิตศาสตร์

อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ (2548 : 57) ศึกษาชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านกระบวนการ การให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดสุทธิวราราม จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประมาณ 600 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดสุทธิวราราม จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ซึ่งได้จากการอาสาสมัครจำนวน 15 คน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านกระบวนการ การให้เหตุผล ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ดังนั้น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี

ความสามารถในการเรียน โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดทางคณิตศาสตร์ คำนวณการ การให้เหตุผล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

รุ่งทิwa คนการณั (2549 : 69) ศึกษาการใช้กิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อพัฒนาหลักสูตรที่เน้นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกุแก่ จังหวัดอุดรธานี ประจำปีการศึกษา 2548 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 44 คน โดยแต่ละห้องเรียนแบ่งเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 - 6 คน ตามความสมัครใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการแก้ปัญหาแบบปลายเปิด ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของหลักสูตรในระดับนำไปใช้ใน 3 ด้าน คือ 1) กิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิดที่เกิดจากการใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดก่อให้เกิดการบูรณาการระหว่าง เนื้อหา สารระ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ได้จริงในระดับปฏิบัติการ ตามความคาดหวังของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 2) การสร้างหน่วยการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดทำให้สามารถบูรณาการหลายความคิดรวบยอดได้ ในแต่ละหน่วยซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีเวลาคิดในขณะที่ทำกิจกรรมในแต่ละหน่วยมากขึ้น 3) เมื่อพิจารณาหลักสูตรที่เกิดขึ้นกับนักเรียน พบว่าชั้นเรียนเปลี่ยนแปลงไปเป็นชั้นเรียนที่นักเรียน มีอิสระทางความคิดมากขึ้นและผลการวิเคราะห์กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะกระบวนการนำเสนอ พบว่า การออกเสียงเป็นวิธีการที่นักเรียนใช้เป็นตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์มากที่สุด กล่าวคือ ในระหว่างการแก้ปัญหา สมาชิกในกลุ่มใหญ่ได้ร่วมกันเสนอแนวคิด โดยการออกเสียงเป็นภาษาถิ่นที่เกี่ยวข้องกับบริบทในชีวิตจริง พร้อมทั้งมีอุปกรณ์ช่วยในการวาดรูป จากนั้นจึงนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาในรูปของการเขียน เพื่อลองผิดลองถูกและตรวจสอบข้อาคการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหา และในช่วงนำเสนอผลงาน นักเรียนใช้การออกเสียงหรือคำพูด เพื่อเป็นตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง

กิตติศักดิ์ ใจอ่อน (2550 : 72-73) ศึกษาการพัฒนากระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยแผนการสอนแบบเปิดที่เน้นการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเน้นการวิเคราะห์ โปรโตคอล (Protocol Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนจุฑาพิทยาสรรพ์ กิ่ง อ. ซำสูง จ.ขอนแก่น จำนวน 1 กลุ่มละ 2 คน จาก 1 ห้องเรียน ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด จำนวน 6 หน่วยการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า การใช้แผนการสอนแบบเปิดที่เน้น

การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) สะท้อนให้เห็นลักษณะกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้ การสำรวจ คือการอาศัยการเคลื่อนไหวขององค์ประกอบของเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม GSP ทำให้นักเรียนสามารถสำรวจความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปเรขาคณิตได้ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการแก้ปัญหาคิดเป็น 83.33 เปอร์เซ็นต์ ของสถานการณ์ปัญหา การให้เหตุผล คือจากการอาศัยการเปลี่ยนแปลงของรูปเรขาคณิตที่สร้างขึ้น โดยใช้โปรแกรม GSP ทำให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปเรขาคณิตคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ของสถานการณ์ปัญหา การตรวจสอบ คือ ก่อนการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตในสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ที่กำหนดให้หรือหลังจากที่แก้ปัญหาไปได้ระยะหนึ่งนักเรียนตรวจสอบแนวคิดทุกครั้งโดยใช้คำสั่งที่สร้างขึ้นโดยโปรแกรม GSP คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ของสถานการณ์ปัญหา การแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย คือ นักเรียนมีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยหาวิธีการให้ได้มากกว่าหนึ่งวิธีและมีความแตกต่างกันตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหาโดยมีเหตุผลประกอบ คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ของสถานการณ์ปัญหา

รุ่งทิพา นานำรุ่ง (2550 : 171) ศึกษาวิถีธรรมชาติแห่งการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การดูแลและการหาของเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี ประชากรได้แก่ โรงเรียนส่วตวิทยา เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นโรงเรียนขนาดกลาง สังกัดกรุงเทพมหานคร เปิดสอนตั้งแต่ชั้นเด็กเล็กจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับชั้นละ 3 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 751 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ ตามธรรมชาติได้อย่างหลากหลาย โดยนิยมใช้การนับดำเนินการแก้ปัญหามากที่สุด รองลงมาคือการบวก/การลบ และการใช้ตัวแบบในการนับจำนวนทั้งหมดจากหนึ่งจนถึงผลรวม โดยวิธีการนับมีทั้งใช้การวาดภาพหรือใช้ตัวแบบ สำหรับการให้เหตุผลนักเรียนมองเห็น โครงสร้างที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่ผ่านมา สามารถระลึกได้ทันทีว่าปัญหานั้นคล้ายกับปัญหาเดิม สามารถใช้การประมาณหรือลองผิดลองถูกเพื่อหาคำตอบ บอกได้ว่าคำตอบที่ได้มาของตนเองสมเหตุสมผลหรือไม่ ส่วนการนำเสนอตัวแทนความคิดพบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอตัวแทนความคิดได้หลากหลายทั้งในรูปคำพูด ผ่านสถานการณ์ที่สัมผัสได้โดยอาจใช้ตัวแบบ ผ่านสถานการณ์ที่เป็นสื่อ หรือผ่านสถานการณ์ที่ใช้สัญลักษณ์ โดยการนำเสนอตัวแทนความคิดนี้จะขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะ หรือความสามารถทางภาษาของนักเรียนเป็นสำคัญ และพบว่า นักเรียนมีลักษณะเฉพาะของการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นของคนใช้การหยั่งรู้ด้วยตนเองสามารถแสดงการคิดโดยธรรมชาติของ

ตนเองได้ทั้งที่เป็นเรื่องที่ไม่คุ้นเคยและยังไม่ได้และเรียนมา และการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมีทั้งระดับต่ำจนถึงระดับสูง

อรสุธี คงมา (2553 : 76-88) ศึกษาการส่งเสริมกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้าน โลกสยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานราธิวาส เขต 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้าน โลกสยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องเรขาคณิต จำนวน 8 แผน ใช้เวลาสอน 18 คาบ และเครื่องมือ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต แบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.97 แบบวัดกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แบบอัตนัย มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.41 และ แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด แบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เท่ากับ 46.63 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.72 ของคะแนนเต็ม โดยนักเรียนทุกคนได้คะแนนสอบจากแบบวัดกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เท่ากับ 25.47 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.90 ของคะแนนเต็ม โดยนักเรียนทุกคนมีคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 นักเรียนทุกคนมีความพึงพอใจมากที่สุด ต่อการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด ทั้งในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แพรวไหม สามารถ (2555 : 95) ศึกษาการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาจังหวัดกาฬสินธุ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 24 กาฬสินธุ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนดอนจานวิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 37 คน ซึ่งมีลักษณะความสามารถในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มีการคิดทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยพบว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในช่วงหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน หลังเรียนดีกว่าระหว่างเรียน และระหว่างเรียนดีกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

จตุพร นาสินสร้อย (2557 : 122) ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การคูณ ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 8 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 จำนวนนักเรียน 3 คน กลุ่มที่ 2 จำนวนนักเรียน 2 คนและกลุ่มที่ 3 จำนวนนักเรียน 3 คน ของโรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ บ้านคู ตำบล คูคำ อำเภอซำสูง จังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่า ในบริบทชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีการแสดงแนวคิดที่หลากหลาย โดยพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ 7 ประเภท

ภัทรวดี สร้อยทอง (2557 : 56-57) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมพัฒนาความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2556 จำนวน 8 ห้องเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เลือกเรียนชุมนุมคณิตศาสตร์ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากปฏิบัติกิจกรรมสูงกว่าก่อนปฏิบัติกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมพัฒนาความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็น รายด้าน คือ ด้านลักษณะของกิจกรรม การปฏิบัติงานของนักเรียน การนำเสนอของครูและประโยชน์ที่ได้รับ พบว่า ทุกด้าน มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดทุกด้าน

1.2 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับคำถามระดับสูง

อินสม สมเกตู (2533 : 89-92) ศึกษาผลของการใช้คำถามระดับสูงที่มีสัดส่วนต่างกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสนามบิน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 44 คน กลุ่มทดลองสอนโดยเน้นการใช้ คำถามระดับสูง : คำถามระดับต่ำ = 70 : 30 และกลุ่มควบคุมสอนโดยเน้น คำถามระดับต่ำ : คำถามระดับสูง = 70 : 30 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรุง อินทรมাত্র (2541: 77-78) ศึกษาผลของการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากการใช้คำถามระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 85 ที่กำหนดไว้ทุกด้าน นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ สูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านการวิเคราะห์ที่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ที่กำหนดไว้ ส่วนด้านอื่น ๆ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 85 ส่วน นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 85 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลาง และต่ำในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

เบญจมาศ นิมมาลี (2550 : 166) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของ Fravillig มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดสุรินทร์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของ Fravillig มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ร้อยละ 50 ที่กำหนดโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ

วิฑูรย์ หมทอง (2555: 85) ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของ Fravillig ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนบ้านสร้างมิ่ง อำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 25 คน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติ นักเรียนหลังเรียนและหลังเรียน 2 สัปดาห์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมมีความคงทนในการเรียนรู้จริงไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ในประเทศสรุปได้ว่า เมื่อได้เวลาเมื่อจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง จะทำให้เกิดการพัฒนาและการเสริมสร้างการคิดทางคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการคิดทางคณิตศาสตร์

Schielack et al. (2001: 398-420) ศึกษาการออกแบบคำถามเพื่อส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2-4 โดยมีการกำหนดคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนหาหนทางที่จะใช้การคิดทางคณิตศาสตร์ในการจัดกิจกรรมต่าง ๆ มีการแนะนำที่จะสรุปการอภิปรายเพื่อหาเหตุผลรวมถึงการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน การจัดประสบการณ์จะเน้นคำถามที่ใช้กระบวนการในการหาคำตอบ ซึ่งผลการศึกษาพบว่านักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ได้

Fraivillig (2001: 454-459) ได้ศึกษาเรื่องกลวิธีทางการสอนสำหรับส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของครูที่สอนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เพื่อหาวิธีการส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยใช้รูปแบบ ACT ได้แก่ ศึกษายามล้วงเอาความคิดของนักเรียน เพื่อให้แสดงวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นเวลนักเรียนในการคิดกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมอธิบายรายละเอียด เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย การส่งเสริมให้นักเรียน เข้าใจในความคิดรวบยอดของตนเอง โดยครูทบทวนความรู้เดิมและย้ำเตือนถึงวิธีการในการแก้ปัญหาในลักษณะที่คล้ายกัน ให้นักเรียนยอมรับความช่วยเหลือเมื่อมีปัญหาและไม่สามารถแก้ปัญหาได้ การขยายความคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูกระตุ้นให้นักเรียนเขียนเป็นหลักการทั่วไป ผลักดันให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยวิธีการอื่น ๆ และส่งเสริมให้ใช้วิธีการหาคำตอบที่มีประสิทธิภาพ

Kamii (2003 : 20-6) ได้ปรับเปลี่ยนกระดานเกมเพื่อส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ในเชิงตรรกวิทยากับนักเรียนระดับอนุบาลในประเทศญี่ปุ่นจำนวน 12 คน เพื่อพัฒนา ทักษะการคิดของนักเรียน โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้แนะนำการเล่นเกม และนำเสนอสิ่งที่นักเรียน แสดงออกมาขณะเล่นเกม ผลการวิจัยพบว่า การปรับเปลี่ยนกระดานเกมช่วยกระตุ้นให้นักเรียน พัฒนาความสามารถในการคิดให้สูงขึ้น

Borromeo (2005 : 125) ศึกษาแบบการคิดทางคณิตศาสตร์ ของเด็กอายุ 15 และ 16 ปี ของเด็กอายุ 15 และ 16 ปี เพราะเขาเชื่อว่าแบบการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่มีผู้ศึกษามาก่อน

หน้านั้น น่าจะนำมาศึกษาเพื่อจัดจำแนกใหม่ โดยในงานวิจัยได้แสดงให้เห็นว่าการจัดจำแนกแบบการคิดทางคณิตศาสตร์ใหม่ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันควรเป็นอย่างไร ซึ่ง Borromeo ได้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพและทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างเป็นทฤษฎีฐานราก (Grounded Theory) เพื่อทำความเข้าใจในกระบวนการคิด โดยการแก้ปัญหาของเด็ก จากผลการวิจัยพบว่ากระบวนการแก้ปัญหาสามารถจำแนกเป็น 4 มิติคือ การสร้างจินตนาการภายใน (Internal Imagination) เป็นการสร้างจินตนาการภายในของตัวบุคคลในขณะที่พยายามจะแก้ปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิดภายนอก (External Representation) เป็นการนำเสนอภายนอกเกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวบุคคล การวิเคราะห์ภาพรวม (Wholist-Analyst) เป็นวิถีทางของการคิดและกลวิธี การสร้างภาพทางคณิตศาสตร์ (Image of Mathematics) เป็นการสร้างภาพทางคณิตศาสตร์ ตามที่ยืนยันเกี่ยวกับความคงทนที่เป็นความชอบทางคณิตศาสตร์

Wood, Williams and McNeal (2006 : 235) ได้ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของเด็กในวัฒนธรรมชั้นเรียนที่แตกต่างกันจาก 5 ชั้นเรียน (4 ชั้นเรียนที่ปฏิรูป และ 1 ชั้นเรียนที่เป็นแบบแผนเดิม) เพื่อพิจารณาการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ในแต่ละชั้นเรื่องที่มีวัฒนธรรมชั้นเรียนที่แตกต่างกัน พบว่า เด็กมีความซับซ้อนด้านการคิดทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันในวัฒนธรรมชั้นเรียนที่แตกต่างกัน ผลแสดงให้เห็นว่า มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นในการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่แสดงออกของเด็กที่มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับประเภทชั้นเรียนรูปแบบปฏิสัมพันธ์ 4 ชั้นเรียนที่ปฏิรูป โดยพิจารณาการคิดทางคณิตศาสตร์ ผ่านองค์ประกอบการรับรู้ (cognitive) ที่สังเกตได้ง่ายซึ่งใช้กรอบหลักของ Dreyfus, Hershkowitz and Schwarz ประกอบด้วยการตระหนักรู้ (recognizing) คือ ตระหนักรู้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่รู้นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ การสร้างที่เกิดขึ้น (building-with) คือการใช้ขั้นตอนคณิตศาสตร์ที่รู้ก่อนหน้าเพื่อแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและสิ่งที่สร้างขึ้น (Constructing) คือ การเลือกกลยุทธ์ที่รู้ก่อนหน้า แนวคิดทางคณิตศาสตร์และความคิดรวบยอดที่รวบรวมเมื่อแก้ปัญหาที่ทำซ้ำ ไม่คุ้นเคยโดยทำความเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การวิเคราะห์เชิงสังเคราะห์ การวิเคราะห์เชิงการประเมินผลกิจกรรมเชิงการรู้ในกรอบหลักจากที่กล่าวข้างต้น

2.2 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับคำถามระดับสูง

Rey (1973 : 3220 -A) ศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้คำถามระดับต่ำและระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 108 คน นักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 54 คน ได้รับการสอนโดยครูใช้คำถามระดับสูง ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยครูใช้คำถามระดับต่ำ (ถามความจำ)

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยคำถามระดับสูงมีความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยคำถามระดับต่ำ

Margaret (1977 : 723-724A) ศึกษาผลของการใช้คำถามของครูในห้องเรียนที่มีต่อ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการศึกษาพิเศษ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 2
 จำนวน 8 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 118 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอน
 โดยใช้คำถามระดับต่ำ กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนโดยใช้คำถามระดับสูง และกลุ่มที่ 3 ได้รับ
 การสอนโดยใช้คำถามระดับต่ำผสมกับคำถามระดับสูง และให้นักเรียนในโรงเรียนศึกษาพิเศษ
 อีกแห่งหนึ่งจำนวน 26 คนเป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่า ระดับคำถามที่ครูใช้มีผลต่อ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นั่นคือ ถ้าครูใช้คำถามระดับสูงในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นและ
 ใช้คำถามระดับต่ำในสัดส่วนที่ลดลงจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

Thomas and Josepha (1998: 504) ศึกษาพบว่าการใช้คำถามระดับสูงในการเรียน
 การสอนคณิตศาสตร์เป็นการกระตุ้นที่ดีของครูในการทำให้นักเรียน สามารถแก้ปัญหาหรือ
 โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ไม่ใช่ให้นักเรียนจำวิธีการคิด แล้วนำไปใช้
 แก้ปัญหาในลักษณะเดียวกันหมดแบบแต่ก่อน ครูควรสอนแบบนี้ถึงสถานการณ์ จริง แล้วใช้
 คำถามระดับสูงกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ที่มีอยู่มาเป็นเหตุผลในการสรุปหาคำตอบ

Jeffrey (2001: 84) ศึกษาผลการใช้คำถามระดับสูงของครูต่อนักเรียน ชายและหญิง
 ระดับประถมศึกษาในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการตอบสนองของ
 คำถามระดับสูงของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกัน และพบว่าคำถาม ระดับสูง
 (คำถามที่สูงกว่าระดับความรู้ความจำ) ช่วยกระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ
 มากกว่าระดับต่ำ (คำถามที่ถามความรู้ความจำ)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศสรุปได้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์
 มีนักวิจัยได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเชื่อมโยงข้อมูลทางคณิตศาสตร์มาใช้
 ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสาร
 ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้พื้นฐาน ทักษะและกระบวนการ ต่าง ๆ มาบูรณาการให้ได้มาซึ่ง
 ผลลัพธ์ที่สมเหตุสมผล นอกจากนี้ การคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานที่สำคัญที่จะนำไปต่อ
 ยอดในระดับที่สูงขึ้น และยังเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายทางสติปัญญา จึงได้มีนักวิจัยหลายท่าน
 ได้ให้ความสำคัญกับการคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง
 จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีการคิดที่ละเอียดมากขึ้น สามารถพัฒนาทักษะในการคิดได้ ทำให้

นักเรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น และส่งเสริมให้นักเรียนมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศสรุปได้ว่า การคิดทางคณิตศาสตร์ มีนักวิจัยได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเชื่อมโยงข้อมูลทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้พื้นฐาน ทักษะและกระบวนการ ต่าง ๆ มาบูรณาการให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่สมเหตุสมผล นอกจากนี้ การคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานที่สำคัญที่จะนำไปต่อยอดในระดับที่สูงขึ้น และยังเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายทางสติปัญญา เมื่อจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น มีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน เพื่อพัฒนาการคิดรวบยอด ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล เกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นในสังคม และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามระดับสูง ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
3. เครื่องมือในการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การดำเนินการและผลการจัดกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้ามา ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 9 คน

การคัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย

1. ผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติของกลุ่มเป้าหมายดังนี้
 - 1.1 คุณสมบัติของนักเรียนที่มีผลการเรียนดี จำนวน 3 คน
 - 1.1.1 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย (GPA) 3.5 ขึ้นไป
 - 1.1.2 เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนดี ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อน แสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองออกมาทุกครั้ง มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่มกับเพื่อนเป็นอย่างดี และชอบโต้ตอบครูเพื่อแสดงความคิดของตนเอง
 - 1.2 คุณสมบัติของนักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง จำนวน 3 คน
 - 1.2.1 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์เฉลี่ย (GPA) ตั้งแต่ 2 ถึง 3

1.2.2 เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อน แสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองออกมาเป็นบางครั้ง มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่มกับเพื่อนเป็นอย่างดี และชอบโต้ตอบครูเพื่อแสดงความคิดของตนเองเป็นบางครั้ง

1.3 คุณสมบัติของนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน จำนวน 3 คน

1.3.1 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย (GPA) ต่ำกว่า 1.50

1.3.2 เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อน แต่ไม่แสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองออกมา มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่มกับเพื่อนเป็นอย่างดี และไม่ชอบโต้ตอบครูเพื่อแสดงความคิดของตนเอง

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มเป้าหมาย 9 คน เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายทั้ง 9 คน นั้นผู้วิจัยได้ศึกษาการใช้กิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig และการคิดทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายในเชิงลึก เพื่อที่จะทราบถึงการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน พร้อมทั้งอธิบายว่า เพราะเหตุใดนักเรียนถึงล้มเหลวในการอธิบายการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกลุ่มเป้าหมายทั้ง 9 คน มีลักษณะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ครอบคลุมนักเรียนที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง และอ่อน ซึ่งเพียงพอที่จะใช้เป็นกลุ่มเป้าหมายได้

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จากการที่ผู้วิจัยได้เข้าไปสังเกตชั้นเรียน ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปและพฤติกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มเป้าหมาย แต่เพื่อเป็นการปกป้องสิทธิ์ของกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยจึงใช้ชื่อสมมติที่ผู้วิจัยตั้งขึ้นแทนชื่อจริงของกลุ่มเป้าหมาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. นักเรียนที่มีผลการเรียนดี

เกศ มีความสุขุม เรียบร้อย พุดน้อย แต่เมื่อเขาได้ร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อนก็แสดงแนวคิดของตนเองออกมาทุกครั้งและร่วมทำกิจกรรมกับเพื่อนในกลุ่มเป็นอย่างดี

อู๋ม มีบุคลิกเรียบร้อย กล้าแสดงออก และชอบซักถาม เมื่อทำกิจกรรมจะให้ความร่วมมือดีมากและร่วมแสดงแนวคิดของตนเองตลอดการทำกิจกรรม

อมร มีบุคลิกเรียบร้อย ก่อนข้างขี้อาย เมื่อทำกิจกรรมจะให้ความร่วมมือดีมากและร่วมแสดงแนวคิดของตนเองตลอดการทำกิจกรรม

2. นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง

อัญ มีบุคลิกเรียบร้อย ได้ตอบครูเพื่อแสดงความคิดของตนเองบางครั้ง เมื่อทำกิจกรรมกลุ่ม เขาจะเชื่อมั่นในแนวคิดของตนเองมากกว่าแนวคิดของเพื่อนในกลุ่ม

มล แสดงความคิดเห็นของตนเองเป็นบางครั้ง ขี้อาย แต่มีความมั่นใจในแนวคิดของตนเอง

คอม ก่อนข้างขี้อาย ได้ตอบครูเพื่อแสดงความคิดของตนเองบางครั้ง และเป็นนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์

3. นักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน

วิทย์ พุดเก่งเมื่อทำกิจกรรม เขาจะให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี แสดงแนวคิดของตนเองน้อยมาก เพราะเขาไม่ค่อยมีความเชื่อมั่นในแนวคิดของตนเอง

พิช พุดน้อย เมื่อทำกิจกรรมเขาจะให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี แต่จะแสดงแนวคิดของตนเองน้อยมาก

พร พุดเก่ง ชอบชวนเพื่อนคุย เมื่อทำกิจกรรมพรจะให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี กล่าวแสดงออก แต่แสดงแนวคิดของตนเองต่อกิจกรรมน้อยมาก

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ศึกษาเอกสาร งานวิจัย แนวคิด ทฤษฎี และแนวทางการจัดกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig (2001: 454 - 459) และคำถามระดับสูงของ อัมพร ม้าคนอง (2553 : 77-83)

3. กำหนดแนวคิด (Concept) ของกิจกรรม โดยพิจารณาความสอดคล้องของกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig ดังตารางที่ 3

4. สร้างกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามแนวทางของ Fraivillig (2001 : 454 - 459)

5. นำกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คำแนะนำคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ คือ กิจกรรมมีแนวคิดเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

6. นำกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig ที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา การวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

คำแนะนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ คือ กิจกรรมมีแนวคิดชัดเจนเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

7. นำกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig ที่มีค่าความเหมาะสม

จำนวน 4 กิจกรรม ไปทำการทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้ามา จำนวน 9 คนซึ่งไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย เพื่อดูความเหมาะสมของเวลาในการจัดกิจกรรม

8. นำกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig ที่ปรับปรุงและคัดเลือกแล้วขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ความเห็นชอบอีกครั้งหนึ่ง

9. นำกิจกรรมไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยผู้วิจัยเป็นผู้ให้คำแนะนำ ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 5 วัน กิจกรรมละ 3 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยใช้วันเสาร์วันอาทิตย์โดยมีหนังสือขออนุญาตผู้ปกครองให้ทราบ ช่วงเวลาประมาณ 9.00 -12.00 น. เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในระหว่างทำกิจกรรมผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และศึกษาถึงสาเหตุที่นักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ และนักเรียนที่มีการคิดทางคณิตศาสตร์ไม่สำเร็จ

10. ผู้วิจัยสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบตรวจรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม เพื่อศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. กิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig จำนวน 5 กิจกรรม
2. แบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig ตามลำดับดังนี้

1. กิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig จำนวน 5 กิจกรรม มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับแนวทางการจัดกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig (2001 : 454 - 459) และคำถำมระดับสูงของ อัมพร ม้าคอง (2553 : 77-83)

1.3 สร้างกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig ซึ่งประกอบด้วย

ขั้นสิ่งแวดล้อมคิด ผู้วิจัยได้อธิบายวิธีการในการทำกิจกรรม ลำดับขั้นตอนให้ละเอียด นำสถานการณ์ในกิจกรรมมาให้ นักทำควำมเข้าใจ รวมถึงผู้วิจัยมีการยกตัวอย่างสถานการณ์อื่นเพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ขึ้น

ขั้นสนับสนุนความคิด ผู้วิจัยได้ใช้คำถำมระดับสูงต่อนักเรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองมาใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ในกิจกรรมนั้น ๆ

ขั้นขยายความคิด ผู้วิจัยได้ให้แต่ละกลุ่มมานำเสนอ แนวของกลุ่มตนเอง จากนั้นให้นักเรียนทุกคนช่วยสรุปแนวคิดที่ได้จากกิจกรรมนี้

1.4 นำกิจกรรมที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1.4.1 ในการจัดกิจกรรมนั้น ควรจัดกิจกรรมแบบกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมมือกันค้นหาคำตอบ ร่วมกันแสดงความคิดเห็น

1.4.2 ควรให้เวลาในแต่ละกิจกรรมมากพอสมควร ไม่ควรเร่งเวลา ควรให้กลุ่มเป้าหมายได้ใช้เวลาในการทำกิจกรรม

1.5 นำกิจกรรมที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ชุดเดิมเพื่อประเมินตามความเหมาะสมที่มีต่อกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา การวัดและการประเมินผล โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ Likert โดยมีค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าใช้ได้ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้ 5 คะแนน มีความเหมาะสมมากที่สุด

ให้ 4 คะแนน มีความเหมาะสมมาก

ให้ 3 คะแนน มีความเหมาะสมปานกลาง

ให้ 2 คะแนน มีความเหมาะสมน้อย

ให้ 1 คะแนน มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

หลังจากนั้น คำนวณค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของกิจกรรม โดยใช้เกณฑ์ การแปลความหมาย โดยใช้คะแนนเฉลี่ยของ (บุญชม ศรีสะอาด. 2546 : 20) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความเหมาะสม
4.51 - 5.00	มากที่สุด
3.51 - 4.00	มาก
2.51 - 3.00	ปานกลาง
1.51 - 2.50	น้อย
1.00 - 1.50	น้อยที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรม มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}=3.83$, S.D. = 0.34)

1.6 คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

1.6.1 เนื้อหาในกิจกรรมต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.6.2 กิจกรรมควรเน้นในการศึกษาผู้เรียนเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ในเชิงลึก

1.6.3 การสร้างบรรยากาศในการจัดกิจกรรม ไม่ควรที่จะดึงเครียดจนเกินไป

1.6.4 คำถามระดับสูงที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ควรใช้เวลาให้นักเรียนในการคิด

หาคำตอบ

1.7 แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำกิจกรรมไปทำการทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้ามา จำนวน 9 คนซึ่งไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย และมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อดูความเหมาะสมของเวลาในการทำกิจกรรมและข้อบกพร่องของการทำกิจกรรม

1.9 นำกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig ที่ผ่านการหาค่าความเหมาะสมของ Likert และผ่านการเห็นชอบจากผู้เชี่ยวชาญไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

2. แบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างและการหาคุณภาพแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ (ไพศาล วรคำ, 2554 : 262-263)

2.2 ปรับแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์จากการวัดและการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ของ Kriegler (2004 : 28) ให้มีความเหมาะสมต่อบริบทของการวิจัยในครั้งนี้ โดยแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ปรับแล้ว มีรายการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ จำนวน 9 รายการ แบ่งการคิดทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน แต่ละด้านมีการจัดรายการดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การคิดทางคณิตศาสตร์

ด้านการแก้ปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ 2. เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา 3. สรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา
ด้านการให้เหตุผล	<ol style="list-style-type: none"> 4. ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ 5. อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา 6. อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ
ด้านการนำเสนอ ตัวแทนความคิด	<ol style="list-style-type: none"> 7. การใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา 8. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา 9. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา

2.3 นำแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ปรับเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ คำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เป็นดังนี้

2.3.1 กำหนดและอธิบายการกระทำหรือพฤติกรรมที่ชัดเจนที่บ่งชี้คุณลักษณะของสิ่งที่จะประเมินกำหนดกรอบเนื้อหาหรือประเด็นที่ต้องการสังเกต

2.3.2 แบบตรวจสอบควรออกให้ตรงกับกิจกรรม

2.4 นำแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินตามความเหมาะสมที่มีต่อกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา การวัดและการประเมินผล โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ Likert โดยมีค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าใช้ได้ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้ 5 คะแนน มีความเหมาะสมมากที่สุด

ให้ 4 คะแนน มีความเหมาะสมมาก

ให้ 3 คะแนน มีความเหมาะสมปานกลาง

ให้ 2 คะแนน มีความเหมาะสมน้อย

ให้ 1 คะแนน มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

หลังจากนั้น คำนวณค่าเฉลี่ยความเหมาะสม ของกิจกรรม โดยใช้เกณฑ์ การแปลความหมายโดยใช้คะแนนเฉลี่ยของ (บุญชม ศรีสะอาด. 2546: 20) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความเหมาะสม
4.51 - 5.00	มากที่สุด
3.51 - 4.00	มาก
2.51 - 3.00	ปานกลาง
1.51 - 2.50	น้อย
1.00 - 1.50	น้อยที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรม มีความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.93$, S.D. = 0.65)

คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญคือ แบบตรวจสอบรายการมีความเหมาะสมและอนุญาตให้ใช้แบบตรวจสอบรายการได้

2.5 นำแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ให้กลุ่มเป้าหมายทำกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig
2. ผู้วิจัยใช้แบบตรวจรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig ของกลุ่มเป้าหมาย ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม รวมทั้งพฤติกรรมอื่น ๆ ที่เกิดจากการจัดกิจกรรม ตามการประเมินการคิดทางคณิตศาสตร์ของ Kriegler (2004 : 28)

การดำเนินการและผลการจัดกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตาม ขั้นตอนของ Fraivillig

การดำเนินการจัดกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig ประกอบด้วยกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig 5 กิจกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ การทำกิจกรรมผู้วิจัยจะใช้ห้องประชุมของ โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้ามา ซึ่งผู้วิจัยได้จัดโต๊ะเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ซึ่งขั้นตอนการทำ กิจกรรม ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียนทั้ง 9 คนออกเป็น 3 กลุ่ม โดยการลดความสามารถซึ่งแต่ละ กลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลการเรียนดี นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง และนักเรียนที่มี ผลการเรียนอ่อน ก่อนทำกิจกรรมผู้วิจัย และผู้วิจัยได้แนะนำขั้นตอนวิธีการในการทำกิจกรรม ดังนี้

1. การทำกิจกรรมจะเป็นลักษณะกิจกรรมกลุ่ม โดยให้นักเรียนช่วยกันทำกิจกรรม ตามสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนด
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความคิดรวบยอดของสถานการณ์นั้น ๆ ร่วมกัน โดย ให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มสรุปเป็นความคิดของตนเองก่อน แล้วค่อยสรุปเป็นความคิดรวบ ยอดของกลุ่ม
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอความคิดของกลุ่มตนเอง
4. นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอสามารถตั้งคำถามต่อเพื่อนที่นำเสนอได้
5. เมื่อทุกกลุ่มนำเสนอเสร็จแล้วผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนช่วยกันสรุปเป็นความคิด รวบยอดของกิจกรรมนี้

บรรยากาศในการทำกิจกรรมจะเป็นบรรยากาศที่ไม่ตึงเครียด ไม่กดดัน ผู้วิจัยพยายาม จัดสถานการณ์ และบรรยากาศให้นักเรียนสามารถแสดงออกทางความคิดได้เต็มที่ ผู้วิจัยทำ การแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยการลดความสามารถ กลุ่มที่ 1 มีสมาชิกคือ เกศ อัญ และวิทย์ กลุ่มที่ 2 มีสมาชิกคือ อู๋ม มล และพิช กลุ่มที่ 3 มีสมาชิกคือ ออมร ดอม และพร โดยการดำเนินการจัดกิจกรรมมีลักษณะเหมือนกันทั้ง 5 กิจกรรม ส่วนรายละเอียดของแต่ละ กิจกรรมและผลการจัดกิจกรรม เป็นดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ตึกปิด ผู้วิจัยจัดกิจกรรมในวันเสาร์ ที่ 9 เดือน มกราคม พ.ศ. 2559

1. ชั้นล่างความคิด

กิจกรรมนี้มีแนวคิดเป็นการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปริภูมิและรูปทรง อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมจะมีภาพจำลองของตึกปิดขนาดใหญ่ที่จะใช้ในการจัดกิจกรรม และเครื่องเขียนที่จะใช้ในกิจกรรมกลุ่มจำนวน 3 ชุด สถานการณ์ที่ผู้วิจัยใช้ในกิจกรรมนี้คือ งบประมาณความสูงทั้งหมดของตึกโดยให้มีหน่วยเป็นเมตร ซึ่งในสถานการณ์จะบอกแค่ ชั้นล่างของตึกมีทางเข้า-ออก และมีห้องสำหรับร้านค้า จากพื้นล่างมีชั้นอีก 20 ชั้น ซึ่งทำเป็นอพาร์ทเมนต์ ผังของแต่ละชั้นคล้ายกับผังชั้นล่าง และผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่าปัญหานี้ ต้องการให้หาอะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง เพียงพอที่จะหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่ต้องหาข้อมูลใดเพิ่มเติม และจะหาได้อย่างไร

2. ชั้นสนับสนุนความคิด

ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดง การคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่ามีวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ ถ้ามีวิธีใดบ้าง ทำไมจึงใช้วิธีคิดอีกวิธีหนึ่งไม่ได้ และจงอธิบายวิธีคิด ซึ่งนักเรียนได้แสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาดังนี้

กลุ่มที่ 1 มีสมาชิก คือ เกศ อัญ และวิทย์

กรณีของเกศ งบประมาณความสูงของตึกแต่ละชั้นเป็น 5 เมตร งบประมาณจากความสูงของมนุษย์ งบประมาณจากความสูงของผู้เก็บเอกสาร และตำแหน่งการติดแอร์ ดังนั้นตึกสูงประมาณ 100 เมตร เกศใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของอัญ งบประมาณความสูงของตึกแต่ละชั้นเป็น 6 เมตร งบประมาณจากความสูงของมนุษย์ งบประมาณจากความสูงของผู้เก็บเอกสาร และตำแหน่งการติดพัดลม ดังนั้นตึกสูงประมาณ 120 เมตร อัญใช้เวลาในการคิด 18 นาที

กรณีของวิทย์ งบประมาณความสูงของตึกแต่ละชั้นเป็น 5 เมตร งบประมาณจากความสูงของมนุษย์ ดังนั้นตึกสูงประมาณ 100 เมตร วิทย์ใช้เวลาในการคิด 15 นาที

กลุ่มที่ 2 มีสมาชิกคือ อุ้ม มล และพิช

กรณีของอุ้ม งบประมาณความสูงของตึกแต่ละชั้นเป็น 5 เมตร งบประมาณจากความสูงของมนุษย์ งบประมาณจากความสูงของผู้เก็บเอกสาร และตำแหน่งการติดแอร์ แต่ชั้นล่างสุดจะสูงกว่าชั้นปกติเพราะเป็นชั้นที่ผู้คนเห็นเป็นชั้นแรกและเป็นชั้นที่มีกิจกรรมเยอะที่สุด

จึงต้องมีความสูงมากกว่าชั้นอื่น ๆ สูงประมาณ 8 เมตร ดังนั้นตึกสูงประมาณ 108 เมตร ใช้เวลาในการคิด 15 นาที

กรณีของมล ประมาณความสูงของตึกแต่ละชั้นเป็น 5 เมตร ประมาณจากความสูงห้องเรียน และเพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายถ้าทำตึกให้แต่ละชั้นสูงกว่านี้ก็จะเปลืองงบประมาณ ดังนั้นตึกสูงประมาณ 100 เมตร มลใช้เวลาในการคิด 18 นาที

กรณีของพิช ประมาณความสูงของตึกแต่ละชั้นเป็น 6 เมตร ประมาณจากความสูงห้องเรียน ดังนั้นตึกสูงประมาณ 120 เมตร พิชใช้เวลาในการคิด 16 นาที

กลุ่มที่ 3 มีสมาชิกคือ อมร คอม และพร

กรณีของอมร ประมาณความสูงของตึกแต่ละชั้นเป็น 6 เมตร ประมาณจากความสูงของมนุษย์ ประมาณจากความสูงของห้องเรียน แต่ชั้นล่างสุดจะสูงกว่าชั้นปกติ เพราะเป็นชั้นที่ผู้คนเข้าออกมากมาย และจะต้องมีอากาศถ่ายเทได้สะดวกที่สุดจึงต้องมีความสูงมากกว่าชั้นอื่น ๆ สูงประมาณ 10 เมตร ดังนั้นตึกสูงประมาณ 130 เมตร อมรใช้เวลาในการคิด 18 นาที

กรณีของคอม ประมาณความสูงของตึกแต่ละชั้นเป็น 6 เมตร ประมาณจากความสูงของมนุษย์ ประมาณจากความสูงของผู้เก็บเอกสาร และตำแหน่งการติดแอร์ แต่ชั้นล่างสุดจะสูงกว่าชั้นปกติเพราะเป็นชั้นที่ผู้คนเห็นเป็นชั้นแรกและเป็นชั้นที่มีกิจกรรมเยอะที่สุด จึงต้องมีความสูงมากกว่าชั้นอื่น ๆ สูงประมาณ 8 เมตร ดังนั้นตึกสูงประมาณ 128 เมตร

กรณีของพร ประมาณความสูงของตึกแต่ละชั้นเป็น 6 เมตร ประมาณจากความสูง และประมาณความสูงจากห้องเรียน พรใช้เวลาในการคิด 15 นาที

3. ขันขยายความคิด

ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่า แม่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบถูกต้อง มีวิธีตรวจสอบอย่างไร จะสรุปวิธีแก้ปัญหานี้สั้น ๆ ได้อย่างไร และข้อสรุปที่ได้เป็นจริงเสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด และมีการสรุปแนวคิดรวบยอดร่วมกัน ในกิจกรรมนี้นักเรียนบางคนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรม และมีความพยายามทำความเข้าใจในสถานการณ์ มีการร่วมแสดงความคิดเห็นระหว่างกัน มีสมาธิกับกิจกรรมที่ทำ บางส่วนคนไม่มีสมาธิในการทำ ชวนเพื่อนคุยบ้างเล่นบ้าง แต่เวลาให้แสดงความคิดเห็น พวกเขาเหล่านั้นกล้าแสดงความคิดเห็นเท่าที่พวกเขาจะทำได้ นักเรียนพยายามเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้

จากการสังเกตการคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบตรวจสอบรายการการคิดทาง
คณิตศาสตร์ ผลจากการจัดกิจกรรมที่ 1 เป็นดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน
ในกิจกรรมที่ 1

การคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนที่มีผลการเรียน								
	ดี			ปานกลาง			อ่อน		
	เกศ	อ๋ม	อมร	อัญญ	มล	คอม	วิทย์	พิช	พร
1. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. เลือกใช้กลยุทธ์ในการ แก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			
3. สรุปคำตอบได้ถูกต้องและ สอดคล้องกับปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			
4. ใช้ความรู้และข้อมูลในการ วิเคราะห์สถานการณ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. อธิบายเหตุผลของการ เลือกใช้กลยุทธ์วิธีการ แก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			
6. อธิบายความถูกต้องและ ความสมเหตุสมผลของ คำตอบ	✓	✓	✓	✓		✓			
7. การใช้ตัวแทนความคิดใน การทำความเข้าใจปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. การใช้ตัวแทนความคิดใน การแสดงกระบวนการ แก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			
9. การใช้ตัวแทนความคิดใน การแสดงการสรุปคำตอบของ ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			

กิจกรรมที่ 2 ช่วงไม้ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมในวันอาทิตย์ ที่ 10 เดือน มกราคม พ.ศ. 2559

1. ขั้นล่วงหน้าความคิด

โดยกิจกรรมนี้มีแนวคิดเป็นเป็นการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปริภูมิและรูปทรง อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมจะมีภาพจำลองของสวนหย่อมขนาดใหญ่ที่จะใช้ในการจัดกิจกรรม และเครื่องเขียนที่จะใช้ในการกิจกรรมกลุ่มจำนวน 3 ชุด สถานการณ์ที่ผู้วิจัยใช้ในการกิจกรรมนี้คือ จากรูปแบบทั้ง 4 แบบรูปแบบใดมีพื้นที่มากที่สุดเพราะเหตุใด และผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่าปัญหานี้ ต้องการให้หาอะไรข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง เพียงพอที่จะหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่ต้องหาข้อมูล ใดเพิ่มเติม และจะหาได้อย่างไร

2. ขั้นสนับสนุนความคิด

ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่ามีวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ ถ้ามีวิธีใดบ้าง ทำไมจึงใช้วิธีคิดอีกวิธีหนึ่งไม่ได้ และจงอธิบายวิธีคิด ซึ่งนักเรียนได้แสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาดังนี้

กลุ่มที่ 1 มีสมาชิก คือ เกศ อัญ และวิทย์

กรณีของเกศ จากรูปแบบทั้ง 4 แบบ มีแบบที่ 2 และแบบที่ 4 มีพื้นที่มากที่สุด เพราะแบบที่ 2 เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือ ฐาน \times สูง นั่นคือ 10×6 เท่ากับ 60 ตารางเมตรและแบบที่ 4 เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปผืนผ้า คือ กว้าง \times ยาว นั่นคือ 6×10 เท่ากับ 60 ตารางเมตรแต่รูปอื่นด้วยการประมาณแล้ว มีพื้นที่น้อยกว่า 60 ตารางเมตรแน่นอน ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของอัญ จากรูปแบบทั้ง 4 แบบ มีแบบที่ 2 และแบบที่ 4 มีพื้นที่มากที่สุด เพราะแบบที่ 2 เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือ ฐาน \times สูง นั่นคือ 10×6 เท่ากับ 60 และแบบที่ 4 เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปผืนผ้า คือ กว้าง \times ยาว นั่นคือ 6×10 เท่ากับ 60 แต่รูปอื่นด้วยการประมาณแล้ว มีพื้นที่น้อยกว่า 60 ใช้เวลาในการคิด 30 นาที

กรณีของวิทย์ จากรูปแบบทั้ง 4 แบบ แบบที่ 4 เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปผืนผ้า คือ กว้าง \times ยาว นั่นคือ 6×10 เท่ากับ 60 แต่รูปอื่นด้วยการประมาณแล้ว มีพื้นที่น้อยกว่า 60 ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กลุ่มที่ 2 มีสมาชิกคือ อู๋ม มด และพิช

กรณีของอู๋ม จากรูปแบบทั้ง 4 แบบ มีแบบที่ 2 และแบบที่ 4 มีพื้นที่มากที่สุด เพราะแบบที่ 2 เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือ ฐาน×สูง นั่นคือ 10×6 เท่ากับ 60 และแบบที่ 4 เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปผืนผ้า คือ กว้าง×ยาว นั่นคือ 6×10 เท่ากับ 60 แต่รูปอื่นด้วยการประมาณแล้ว มีพื้นที่น้อยกว่า 60 แน่نون ใช้เวลาในการคิด 25 นาที

กรณีของมด จากรูปแบบทั้ง 4 แบบ มีแบบที่ 2 และแบบที่ 4 มีพื้นที่มากที่สุด เพราะแบบที่ 2 เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือ ฐาน×สูง นั่นคือ 10×6 เท่ากับ 60 และแบบที่ 4 เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปผืนผ้า คือ กว้าง×ยาว นั่นคือ 6×10 เท่ากับ 60 แต่รูปอื่นด้วยการประมาณแล้ว มีพื้นที่น้อยกว่า 60 ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของพิช จากรูปแบบทั้ง 4 แบบ แบบที่ 2 มีพื้นที่มากที่สุด เพราะจากการเปรียบเทียบรูปแล้วน่าจะเป็นแบบที่ 2 ใช้เวลาในการคิด 28 นาที

กลุ่มที่ 3 มีสมาชิกคือ ออมร ดอม และพร

กรณีของอมร จากรูปแบบทั้ง 4 แบบ แบบที่ 2 และแบบที่ 4 มีพื้นที่มากที่สุด เพราะแบบที่ 2 เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือ ฐาน×สูง นั่นคือ 10×6 เท่ากับ 60 และแบบที่ 4 เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปผืนผ้า คือ กว้าง×ยาว นั่นคือ 6×10 เท่ากับ 60 แต่รูปอื่นด้วยการประมาณแล้ว มีพื้นที่น้อยกว่า 60 แน่نون ใช้เวลาในการคิด 18 นาที

กรณีของดอม จากรูปแบบทั้ง 4 แบบ แบบที่ 2 และแบบที่ 4 มีพื้นที่มากที่สุด เพราะแบบที่ 2 เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือ ฐาน×สูง นั่นคือ 10×6 เท่ากับ 60 และแบบที่ 4 เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งการหาพื้นที่ของรูปผืนผ้า คือ กว้าง×ยาว นั่นคือ 6×10 เท่ากับ 60 แต่รูปอื่นด้วยการประมาณแล้ว มีพื้นที่น้อยกว่า 60 แน่نون ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของพร จากรูปแบบทั้ง 4 แบบ แบบที่ 2 มีพื้นที่มากที่สุด เพราะจากการเปรียบเทียบรูปแบบอื่น ๆ แบบที่ 4 ก็ใกล้เคียงกับแบบที่ 2 แต่แบบที่ 2 มีส่วนที่แหลมออกไปทำให้มีพื้นที่มากกว่าแบบที่ 4 ใช้เวลาในการคิด 35 นาที

3. ขันขยายความคิด

ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงและคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่าแน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบถูกต้อง มีวิธีตรวจสอบอย่างไร จะสรุปวิธีแก้ปัญหานี้สั้น ๆ ได้อย่างไร และข้อสรุปที่ได้เป็นจริงเสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด และมีการสรุปแนวคิดรวบยอดร่วมกัน ในกิจกรรมนี้นักเรียนบางคนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรม และมีความพยายามทำความเข้าใจในสถานการณ์ มีการร่วมแสดงความคิดเห็นระหว่างกัน มีสมาธิกับกิจกรรมที่ทำ บางส่วนคนไม่มีสมาธิในการทำ ชวนเพื่อนคุยบ้างเล่นบ้าง แต่เวลาให้แสดงความคิดเห็น พวกเขาเหล่านั้นกล้าแสดงความคิดเห็นเท่าที่พวกเขาจะทำได้ นักเรียนพยายามเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้

จากการสังเกตการคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ ผลจากการจัดกิจกรรมที่ 2 เป็นดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนในกิจกรรมที่ 2

การคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนที่มีผลการเรียน								
	ดี			ปานกลาง			อ่อน		
	เกศ	อู๋ม	อมร	อัญญ	มล	ดอม	วิทย์	พิช	พร
1. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา	✓	✓	✓						
3. สรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา	✓	✓	✓						
4. ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			
6. อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ	✓	✓	✓	✓		✓			

การคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนที่มีผลการเรียน								
	ดี			ปานกลาง			อ่อน		
	เกศ	อุ้ม	อมร	อัญ	มล	คอม	วิทย์	พิช	พร
7. การใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			
9. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			

กิจกรรมที่ 3 สวนฝรั่ง ผู้วิจัยจัดกิจกรรมในวันเสาร์ ที่ 16 เดือน มกราคม พ.ศ. 2559

1. ขั้นล้างความคิด

กิจกรรมนี้มีแนวคิดเป็นการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์อุปสรรคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมจะมีภาพจำลองของสวนฝรั่งขนาดใหญ่ที่จะใช้ในการจัดกิจกรรม และเครื่องเขียนที่จะใช้ในกิจกรรมกลุ่มจำนวน 3 ชุด สถานการณ์ที่ผู้วิจัยใช้ในกิจกรรมนี้คือ สมมติว่าเจ้าของสวนต้องการขยายสวนให้ใหญ่ขึ้น โดยเพิ่มจำนวนแถวของต้นไม้ให้มากขึ้น เมื่อสวนขยายใหญ่ขึ้น จงหาว่าจำนวนของต้นไม้หรือจำนวนของต้นไม้สนอย่างไรจะเพิ่มเร็วกว่ากัน เพราะเหตุใด และผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่าปัญหานี้ ต้องการให้หาอะไรข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง เพียงพอที่จะหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่ต้องหาข้อมูล ใดเพิ่มเติม และจะหาได้อย่างไร

2. ขั้นสนับสนุนความคิด

ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่ามีวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ ถ้ามีวิธีใดบ้าง ทำไมจึงใช้วิธีคิดอีกวิธีหนึ่งไม่ได้ และจงอธิบายวิธีคิด ซึ่งนักเรียน ได้แสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาดังนี้

กลุ่มที่ 1 มีสมาชิก คือ เกศ อัญ และวิทย์

กรณีของเกศ จำนวนของต้นฝรั่งจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่าเพราะจำนวนของต้นฝรั่งเพิ่มเป็น $n \times n$ แต่จำนวนของต้นสนเพิ่มเป็น $8 \times n$ ซึ่งจำนวนของต้นฝรั่งและต้นสนมี n เหมือนกัน แต่ต่างกันตรงที่จำนวนของต้นฝรั่งมี n อีกตัวซึ่งทำให้มีจำนวนมากขึ้นในขณะที่จำนวนของต้นสนมี 8 ซึ่งเป็นค่าเดิม ใช้เวลาในการคิด 25 นาที

กรณีของอัญ จำนวนของต้นฝรั่งจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่า เพราะดูจากการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ ใช้เวลาในการคิด 30 นาที

กรณีของวิทย์ จำนวนของต้นสนจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่า เพราะดูจากรูปในโจทย์ ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กลุ่มที่ 2 มีสมาชิกคือ อุ้ม มล และพิช

กรณีของอุ้ม จำนวนของต้นฝรั่งจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่าเพราะจำนวนของต้นฝรั่งเพิ่มเป็นกำลังสอง แทนที่จะคูณด้วย 8 ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของมล จำนวนของต้นฝรั่งจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่า เพราะจากข้อมูลในตารางจะเห็นว่า จำนวนของต้นฝรั่งจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่า ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของพิช จำนวนของต้นฝรั่งจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่า ใช้เวลาในการคิด 15 นาที

กลุ่มที่ 3 มีสมาชิกคือ ออมร คอม และพร

กรณีของอมร จำนวนของต้นฝรั่งจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่าเพราะจำนวนของต้นฝรั่งเพิ่มเป็น $n \times n$ แต่จำนวนของต้นสนเพิ่มเป็น $8 \times n$ ใช้เวลาในการคิด 28 นาที

กรณีของคอม จำนวนของต้นฝรั่งจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่า เพราะต้นฝรั่งที่อยู่ภายในมากกว่าต้นสนที่อยู่รอบนอก ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของพร จำนวนของต้นสนจะเพิ่มขึ้นเร็วกว่า เพราะดูจากการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ ใช้เวลาในการคิด 25 นาที

3. ขันขยายความคิด

ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่าแน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบถูกต้อง มีวิธีตรวจสอบอย่างไร จะสรุปวิธีแก้ปัญหานี้สั้นๆ ได้อย่างไร และข้อสรุปที่ได้เป็นจริงเสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด และมีการสรุปแนวคิดรวบยอดร่วมกัน ในกิจกรรมนี้นักเรียนบางส่วนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรม และมีความพยายามทำความเข้าใจในสถานการณ์ แต่อีกบางส่วนพุดคุยกันนอกเรื่อง เนื่องจากสถานการณ์เป็นการหาความสัมพันธ์ จึงค่อนข้างยากสำหรับนักเรียน มีการร่วมแสดงความ

คิดเห็นระหว่างกัน มีสมาธิกับกิจกรรมที่ทำ และกล้าแสดงความคิดเห็นในทุก ๆ ขั้นตอนของกิจกรรม ทุกกลุ่มพยายามวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อที่จะหารูปทั่วไปของการเปลี่ยนแปลง เพื่อแก้ไขปัญหตามสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้

จากการสังเกตการคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ ผลจากการจัดกิจกรรมที่ 3 เป็นดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในกิจกรรมที่ 3

การคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนที่มีผลการเรียน								
	ดี			ปานกลาง			อ่อน		
	เกศ	อู๋ม	อมร	อัญญ	มล	ดอม	วิทย์	พิช	พร
1. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญห	✓	✓	✓	✓		✓			
3. สรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			
4. ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญห	✓	✓	✓						
6. อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ	✓	✓	✓						
7. การใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญห	✓	✓	✓	✓		✓			

การคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนที่มีผลการเรียน								
	ดี			ปานกลาง			อ่อน		
	เกศ	อู๋ม	อมร	อัญ	มล	คอม	วิทย์	พิช	พร
9. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			

กิจกรรมที่ 4 ความเร็วของรถแข่ง ผู้วิจัยจัดกิจกรรมในวันอาทิตย์ที่ 17 เดือน มกราคม พ.ศ. 2559

1. ขั้นล้างความคิด

กิจกรรมนี้มีแนวคิดเป็นการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมจะมีภาพขนาดใหญ่ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงความเร็วของรถที่จะใช้ในการจัดกิจกรรม และเครื่องเขียนที่จะใช้ในกิจกรรมกลุ่มจำนวน 3 ชุด สถานการณ์ที่ผู้วิจัยใช้ในกิจกรรมนี้คือ สนามแข่งที่ทำให้รถมีอัตราเร็วสอดคล้องกับกราฟข้างต้น สนามแข่งควรจะมีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย และผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่าปัญหานี้ ต้องการให้หาอะไรข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง เพียงพอที่จะหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่ต้องหาข้อมูลใดเพิ่มเติมและจะหาได้อย่างไร

2. ขั้นสนับสนุนความคิด

ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่ามีวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ ถ้ามีวิธีใดบ้าง ทำไมจึงใช้วิธีคิดอีกวิธีหนึ่งไม่ได้ และจงอธิบายวิธีคิด ซึ่งนักเรียนได้แสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาดังนี้

กลุ่มที่ 1 มีสมาชิก คือ เกศ อัญ และวิทย์

กรณีของเกศ ภาพที่ 2 เพราะมีจุดที่ต้องเปลี่ยนอัตราเร็วอยู่ 3 จุด ซึ่งระยะของการเปลี่ยนอัตราเร็วคือทางโค้ง นั่นคือต้องมีโค้ง 3 โค้งและจากกราฟแต่ละโค้งต้องมีระยะห่างไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงเป็นภาพที่ 2 ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของอัญ ภาพที่ 3 เพราะมีจุดที่ต้องเปลี่ยนอัตราเร็วอยู่ 3 จุด ซึ่งต้องมีโค้ง 3 โค้ง ดังนั้นจึงเป็นภาพที่ 3 ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของวิทย์ ภาพที่ 4 เพราะมีจุดที่ต้องเปลี่ยนอัตราเร็วอยู่ 3 จุด ซึ่งต้องมี
โค้ง 3 โค้ง และทางจะไม่ค่อยตรง ดังนั้นจึงเป็นภาพที่ 4 ใช้เวลาในการคิด 25 นาที

กลุ่มที่ 2 มีสมาชิกคือ อู๋ม มล และพิช

กรณีของอู๋ม ภาพที่ 2 เพราะมีจุดที่ต้องเปลี่ยนอัตราเร็วอยู่ 3 จุด ซึ่งระยะของ
การเปลี่ยนอัตราเร็วคือทางโค้ง นั่นคือต้องมีโค้ง 3 โค้ง และจากกราฟแต่ละโค้งต้องมีระยะห่าง
ไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงเป็นภาพที่ 2 ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของมล ภาพที่ 4 เพราะมีจุดที่ต้องเปลี่ยนอัตราเร็วอยู่ 3 จุด ซึ่งต้องมีโค้ง
3 โค้ง และทางจะไม่ค่อยตรง ดังนั้นจึงเป็นภาพที่ 4 ใช้เวลาในการคิด 27 นาที

กรณีของพิช ภาพที่ 3 เพราะมีจุดที่ต้องเปลี่ยนอัตราเร็วอยู่ 3 จุด ซึ่งต้องมีโค้ง
3 โค้ง ดังนั้นจึงเป็นภาพที่ 3 ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กลุ่มที่ 3 มีสมาชิกคือ ออมร ดอม และพร

กรณีของอมร ภาพที่ 2 เพราะมีจุดที่ต้องเปลี่ยนอัตราเร็วอยู่ 3 จุด ซึ่งระยะ
ของการเปลี่ยนอัตราเร็วคือทางโค้ง นั่นคือต้องมีโค้ง 3 โค้ง และจากกราฟแต่ละโค้งต้องมี
ระยะห่างไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงเป็นภาพที่ 2 ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของดอม ภาพที่ 4 เพราะมีจุดที่ต้องเปลี่ยนอัตราเร็วอยู่ 3 จุด ซึ่งต้องมี
โค้ง 3 โค้ง และทางจะไม่ค่อยตรง ดังนั้นจึงเป็นภาพที่ 4 ใช้เวลาในการคิด 25 นาที

กรณีของพร ภาพที่ 1 เพราะมีจุดที่ต้องเปลี่ยนอัตราเร็วอยู่ 3 จุด ซึ่งต้องมีโค้ง
เล็ก ๆ 3 โค้ง และทางจะไม่ค่อยตรง ดังนั้นจึงเป็นภาพที่ 1 ใช้เวลาในการคิด 30 นาที

3. ขันขยายความคิด

ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทาง
คณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่า แน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบถูกต้อง มีวิธีตรวจสอบ อย่างไร จะสรุป
วิธีแก้ปัญหานี้สั้น ๆ ได้อย่างไร และข้อสรุปที่ได้เป็นจริงเสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด และมี
การสรุปแนวคิดรวบยอดร่วมกัน ในกิจกรรมนี้นักเรียนบางส่วนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรม
และมีความพยายามทำความเข้าใจในสถานการณ์ แต่อีกบางส่วนพูดคุยกันนอกเรื่อง เนื่องจาก
สถานการณ์เป็นการหาความสัมพันธ์ จึงค่อนข้างยากสำหรับนักเรียน มีการร่วมแสดง
ความคิดเห็นระหว่างกัน มีสมาชิกกับกิจกรรมที่ทำ และกล้าแสดงความคิดเห็นในทุก ๆ ขั้นตอน
ของกิจกรรม ทุกกลุ่มพยายามวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อที่จะหารูปทั่วไปของการเปลี่ยนแปลง
เพื่อแก้ไขปัญหาตามสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้

จากการสังเกตการคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ ผลจากการจัดกิจกรรมที่ 4 เป็นดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ในกิจกรรมที่ 4

การคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนที่มีผลการเรียน								
	ดี			ปานกลาง			อ่อน		
	เกศ	อู๋ม	อมร	อัญญ	มล	ดอม	วิทย์	พีช	พร
1. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			
3. สรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			
4. ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	✓	✓	✓						
6. อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ	✓	✓	✓						
7. การใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			
9. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			

กิจกรรมที่ 5 ตัวต่อ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมในวันเสาร์ ที่ 23 เดือน มกราคม พ.ศ. 2559

1. ชั้นล้างความคิด

กิจกรรมนี้มีแนวคิดเป็นการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรขาคณิต อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมจะมีกล่องลูกบาศก์ที่จะใช้ในการจัดกิจกรรม และเครื่องเขียนที่จะใช้ในกิจกรรมกลุ่มจำนวน 3 ชุด สถานการณ์ที่ผู้วิจัยใช้ในกิจกรรมนี้คือ พงมานคิดได้ว่า ตามรูป ค นั้นเธอใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ไปมากเกินความจำเป็น แทนที่จะต่อเป็นทรงตันเธอปล่อยให้ข้างในกลวงได้ พงมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมดกี่อัน เพื่อต่อเป็นทรงสี่เหลี่ยมตามรูป ค แต่ข้างในกลวง จงอธิบาย และผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่าปัญหานี้ ต้องการให้หาอะไรข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้างเพียงพอที่จะหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่ต้องหาข้อมูลใดเพิ่มเติม และจะหาได้อย่างไร

2. ชั้นสนับสนุนความคิด

ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่ามีวิธีอื่นในการแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้ามีวิธีใดบ้าง ทำไมจึงใช้วิธีคิดอีกวิธีหนึ่งไม่ได้ และจงอธิบายวิธีคิด ซึ่งนักเรียนได้แสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาดังนี้

กลุ่มที่ 1 มีสมาชิก คือ เกศ อัญญ และวิทย์

กรณีของเกศ พงมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมด 26 อัน เพราะสามารถเอาออกได้เพียง 1 อัน ใช้เวลาในการคิด 10 นาที

กรณีของอัญญ พงมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมด 26 อัน เพราะสามารถเอาออกได้เพียง 1 อัน ใช้เวลาในการคิด 15 นาที

กรณีของวิทย์ พงมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมด 26 อัน เพราะสามารถเอาออกได้เพียง 1 อัน ใช้เวลาในการคิด 15 นาที

กลุ่มที่ 2 มีสมาชิกคือ อุ้ม มล และพิช

กรณีของอุ้ม พงมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมด 26 อัน เพราะสามารถเอาออกได้เพียง 1 อัน ใช้เวลาในการคิด 10 นาที

กรณีของมล พงมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมด 26 อัน เพราะสามารถเอาออกได้ เพียง 1 อัน ใช้เวลาในการคิด 20 นาที

กรณีของพิช พงมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมด 27 อัน เพราะสามารถเอาออกได้ เพียง 2 อัน อันกลางกับอันล่าง ใช้เวลาในการคิด 15 นาที

กลุ่มที่ 3 มีสมาชิกคือ อมร คอม และพร

กรณีของอมร พงมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมด 26 อัน เพราะสามารถเอาออกได้เพียง 1 อัน ใช้เวลาในการคิด 10 นาที

กรณีของคอม พงมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมด 26 อัน เพราะสามารถเอาออกได้เพียงอันเดียว ใช้เวลาในการคิด 12 นาที

กรณีของพร พงมานจะต้องใช้ลูกบาศก์เล็ก ๆ ทั้งหมด 26 อัน เพราะสามารถเอาออกได้เพียง 1 อันเท่านั้น ใช้เวลาในการคิด 15 นาที

3. ขันขยายความคิด

ผู้วิจัยใช้คำถามระดับสูงละคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์ออกมา โดยถามว่าแน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบถูกต้อง มีวิธีตรวจสอบอย่างไร จะสรุปวิธีแก้ปัญหานี้สั้น ๆ ได้อย่างไร และข้อสรุปที่ได้เป็นจริงเสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด และมีการสรุปแนวคิดรวบยอดร่วมกัน ในกิจกรรมนี้นักเรียนส่วนใหญ่มีความตั้งใจในการทำกิจกรรม และมีความพยายามทำความเข้าใจในสถานการณ์ มีความสนใจในอุปกรณ์ประกอบกิจกรรม ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม มีการร่วมแสดงความคิดเห็นระหว่างกันกล้าแสดงความคิดเห็น มีสมาธิกับกิจกรรมที่ทำ นักเรียนพยายามเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้

จากการสังเกตการคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ ผลจากการจัดกิจกรรมที่ 5 เป็นดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนในกิจกรรมที่ 5

การคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนที่มีผลการเรียน								
	ดี			ปานกลาง			อ่อน		
	เกศ	อัฐม	อมร	อัญญ	มล	คอม	วิทย์	พิช	พร
1. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
3. สรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			

การคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนที่มีผลการเรียน								
	ดี			ปานกลาง			อ่อน		
	เกศ	อู๋ม	อมร	อัญญ	มล	คอม	วิทย์	พิช	พร
4. ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
6. อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ	✓	✓	✓	✓					
7. การใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			
9. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา	✓	✓	✓	✓		✓			

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้แบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้การบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description)

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐานใช้ในการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมสำหรับพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ Fraivillig ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 12)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูล
 n แทน จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หาได้จาก

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 $\sum (X - \bar{X})^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของผลต่างคะแนน
 n แทน จำนวนนักเรียน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้
คำถามระดับสูง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และเสนอผลการวิเคราะห์ ดังนี้
ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้
คำถามระดับสูง จากแบบตรวจรายการการคิดทางคณิตศาสตร์



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการศึกษากิจการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามระดับสูง จากแบบตรวจรายการ
การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์

สรุปผลการศึกษากิจการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามระดับสูงทั้ง 5 กิจกรรม เป็นดังตารางที่ 10

ตารางที่ 12 ร้อยละของการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง และอ่อน ทั้ง 5 กิจกรรม

การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์	นักเรียนที่มีผลการเรียน																	
	ดี/ความดี					ปานกลาง/ความดี					อ่อน/ความดี							
	กิจกรรมที่					กิจกรรมที่					กิจกรรมที่							
ด้านการแก้ปัญหา	1	2	3	4	5	รวม(%)	1	2	3	4	5	รวม(%)	1	2	3	4	5	รวม(%)
						45(100%)						31(68.89%)						17(37.78%)
1. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้	3	3	3	3	3	15(100%)	3	3	3	3	3	15(100%)	3	3	3	3	3	15(100%)
	3	3	3	3	3	15(100%)	2	0	2	2	2	8(53.33%)	0	0	0	0	2	2(13.33%)
3. สรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา	3	3	3	3	3	15(100%)	2	0	2	2	2	8(53.33%)	0	0	0	0	0	0(0%)
ด้านการให้เหตุผล						45(100%)						27(60%)						17(37.78%)
	3	3	3	3	3	15(100%)	3	3	3	3	3	15(100%)	3	3	3	3	3	15(100%)
4. ให้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์																		
	3	3	3	3	3	15(100%)	3	3	3	3	3	15(100%)	3	3	3	3	3	15(100%)

การคิดทางคณิตศาสตร์	นักเรียนที่มีผลการเรียน															
	ดี/ความดี					ปานกลาง/ความดี					อ่อน/ความดี					
	กิจกรรมที่					กิจกรรมที่					กิจกรรมที่					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	รวม(%)
สถานการณ์																
5. อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	3	3	3	3	3	2	2	0	0	2	6(40%)	0	0	0	2	2(13.33%)
6. อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ	3	3	3	3	3	2	2	0	0	2	6(40%)	0	0	0	0	0(0%)
ด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด																15(33.33%)
7. การใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	15(100%)	3	3	3	3	15(100%)
8. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	10(66.67%)	0	0	0	0	0(0%)
9. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	10(66.67%)	0	0	0	0	0(0%)

จากตารางที่ 12 พบว่านักเรียนที่มีผลการเรียนดีมีการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดเท่ากันทุกด้านคิดเป็นร้อยละ 100 นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลางมีการคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 68.89 ด้านการให้เหตุผลคิดเป็นร้อยละ 60 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดคิดเป็นร้อยละ 77.78 ส่วนนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อนมีการคิดทางคณิตศาสตร์เท่ากัน 2 ด้านคือ ด้านการแก้ปัญหาและด้านการให้เหตุผลคิดเป็นร้อยละ 37.78 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดคิดเป็นร้อยละ 33.33



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ การวิจัยเรื่องการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามระดับสูง ตามลำดับดังนี้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย
2. สรุปผลการวิจัย
3. อภิปรายผลการวิจัย
4. ข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามระดับสูง

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลการเรียนดี มีการคิดทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด เท่ากันทุกด้าน คิดเป็นร้อยละ 100 นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง มีการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 68.89 ด้านการให้เหตุผล คิดเป็นร้อยละ 60 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด คิดเป็นร้อยละ 77.78 และนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน มีการคิดทางคณิตศาสตร์เท่ากัน 2 ด้านคือ ด้านการแก้ปัญหาและด้านการให้เหตุผล คิดเป็นร้อยละ 37.78 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด คิดเป็นร้อยละ 33.33

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คำถามระดับสูง พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนดี มีการคิดทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดเท่ากันทุกด้านคิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ พงษ์ สะเพียรชัย (2517 : 16-18) ที่ว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนดี มีลักษณะคือ สามารถเรียนได้เร็วและเข้าใจง่าย มีเหตุผลที่ดี เข้าใจความหมาย จดจำสิ่งที่เห็นหรืออ่านได้รวดเร็ว รู้สิ่งต่างอย่างกว้างขวาง ใช้คำพูดที่ง่ายต่อความเข้าใจ ชอบถามปัญหา มีความสนใจในสิ่งต่าง ๆ ใช้วิธีแนวคิดแปลก ๆ ในการแก้ปัญหาแต่ได้ผลดี มีความเชี่ยวชาญในการสังเกตและตอบโต้ได้ไว และ อุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 41-42) ก็ได้กล่าวไว้ว่า กลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนดีสนใจในโจทย์ปัญหาที่มีความยาก สามารถตั้งคำถามแบบนามธรรมได้ รู้จักแปลงโจทย์ปัญหายาก ๆ ให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ สามารถจับใจความสำคัญของปัญหาได้ดี เชื่อมโยงกับเรื่องอื่นได้ สามารถแสดงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ชื่นวางแผนในการแก้ปัญหา และเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหามathematics ได้ อย่างถูกต้อง จึงสามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้วางไว้ได้อย่างมั่นใจ พร้อมทั้งได้ทำการย้อนกลับเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง ในประเด็นนี้ กระทรวงศึกษาธิการ (2543:56-63) ได้กล่าวอีกว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนดีหมายถึง เก่งในการเรียนรู้ที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง มีทักษะการคิด การวิเคราะห์ จำแนกจัดลำดับความสำคัญอย่างเป็นระบบรู้แหล่งข้อมูล และวิธีการแสวงหาความรู้ที่หลากหลาย สามารถสรุปความแปลความได้ จัดลำดับความสำคัญได้ สามารถใช้ข้อมูลในการตัดสินใจและประยุกต์ซึ่งสามารถพัฒนาความรู้ได้ สำหรับนักการศึกษาต่างประเทศเช่น Rosemary (1973 : 619) ก็ได้กล่าวว่า การที่ครูใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ ๆ หลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยเรียนรู้หรือได้เรียนมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติโดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว นั่นคือ ครูมีหน้าที่จะต้องทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ ซึ่งสอดคล้องกับ Greenwood (1993: 62) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ โดยการสอนเพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการสอนเนื้อหา นอกจากนี้ การถามคำถามระดับสูงของครูเป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้สติปัญญาส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูงหรือระดับที่มากกว่าความรู้ความจำ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดความสนุกในการหาคำตอบ นักเรียนเกิดการ

เรียนรู้ด้วยความเข้าใจอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับ Thomas & Josepha (1998 : 504) กล่าวว่า การใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการกระตุ้นที่ดีของครูในการทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาหรือ โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง และยังสอดคล้องกับอัมพร ม้าคอง (2553 : 77-83) กล่าวว่า การใช้คำถามของผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในชั้นเรียน และยังเป็นเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนระหว่างการเรียนการสอน บางครั้งเมื่อผู้เรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ แต่ผู้สอนช่วยเหลือด้วยการแนะนำ หรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่า หรือเป็นคำถามที่ผู้เรียนสามารถจะคิดได้ ผู้เรียนก็จะค่อย ๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่ต้องการได้ การใช้คำถามของผู้สอนจึงเป็นปัจจัยสำคัญซึ่งต่อการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง มีการคิดทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 68.89 ด้านการให้เหตุผลคิดเป็นร้อยละ 60 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิดคิดเป็นร้อยละ 33.33 ซึ่งสอดคล้องกับ พงษ์ สะเพียรชัย (2517 : 19) กล่าวว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง มีลักษณะคือ สามารถเรียนได้เข้าใจแต่ใช้เวลาในการทำความเข้าใจ จดจำสิ่งที่เห็นหรืออ่านได้ บางส่วนเท่านั้น ใช้คำพูดที่ง่ายต่อความเข้าใจได้บางครั้ง มีความสนใจในสิ่งต่าง ๆ ใช้วิธีแนวคิดแปลก ๆ ในการแก้ปัญหาคิดได้ผลเป็นบางครั้งและยังสอดคล้องกับ Matlin (1983 : 225 – 229) กล่าวว่า การแก้ปัญหานั้น ไม่อาจกล่าวได้ว่าวิธีใดดีที่สุดเพราะบางวิธีไม่สามารถใช้กับบางปัญหาและบางปัญหาอาจต้องใช้หลายวิธีร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Rosemary (1973: 619) กล่าวว่า การที่ครูใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ ๆ หลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยเรียนรู้หรือ ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติโดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว นั่นคือ ครูมีหน้าที่จะต้องทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ ซึ่งสอดคล้องกับ Greenwood (1993: 62) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ โดยการสอนเพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการสอนเนื้อหา นอกจากนี้ การถามคำถามระดับสูงของครูเป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้สติปัญญาส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูงหรือระดับที่มากกว่าความรู้ความจำ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดความสนุกในการหาคำตอบ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับ Thomas & Josepha (1998 : 504) กล่าวว่า การใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการกระตุ้นที่ดีของครู ในการทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาหรือ โจทย์

ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของนักเรียนเอง และยังสอดคล้องกับอัมพร ม้าคอง (2553 : 77-83) กล่าวว่า การใช้คำถามของผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในชั้นเรียน และยังเป็นเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนระหว่างการเรียนการสอน บางครั้งเมื่อผู้เรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ แต่ผู้สอนช่วยเหลือด้วยการแนะนำ หรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายขึ้น หรือเป็นคำถามที่ผู้เรียนสามารถจะคิดได้ ผู้เรียนก็จะค่อย ๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่ต้องการได้ การใช้คำถามของผู้สอนจึงเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่วนนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน มีการคิดทางคณิตศาสตร์ในด้านการแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 37.78 ด้านการให้เหตุผลคิดเป็นร้อยละ 37.78 และด้านการนำเสนอตัวแทนความคิด คิดเป็นร้อยละ 33.33 ซึ่งสอดคล้องกับ พจน์ สะเพียรชัย (2517 : 20) ได้กล่าวว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน เป็นนักเรียนที่ไม่สามารถนำความรู้เดิมและความรู้ใหม่เชื่อมโยงเพื่อหาคำตอบได้ สาเหตุเพราะไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จุดอ่อนคือ ไม่มีความคิดเป็นของตัวเอง ไม่กล้าลงมือปฏิบัติตามความคิด ไม่ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจึงทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาคิดและซึ่งสอดคล้องกับ ฉันทพร ศุภสมุทร์ (2553 : 14) ได้กล่าวว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อน มีลักษณะคือ ไม่สามารถจดจำรายละเอียดของงานได้ มักจะทำผิดเนื่องจากขาดความรอบคอบ ไม่มีสมาธิในการทำงาน ไม่สนใจฟังคำพูดของคนอื่น ไม่สามารถตั้งใจฟัง และเก็บรายละเอียดของคำสั่งได้ ทำงานไม่เป็นระเบียบ ไม่เต็มใจ หรือเลี่ยงการทำงานที่ต้องใช้ความคิด ทำของใช้ส่วนตัวที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนหรือการทำงานหายบ่อย ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Rosemary (1973 : 619) กล่าวว่า การที่ครูใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พบสิ่งใหม่ ๆ หลังจากการพิจารณาสิ่งที่เคยเรียนรู้หรือได้เรียนมาแล้ว ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรปฏิบัติโดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว นั่นคือ ครูมีหน้าที่จะต้องทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ ซึ่งสอดคล้องกับ Greenwood (1993: 62) กล่าวว่า ความสามารถด้านการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ โดยการสอนเพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการสอนเนื้อหา นอกจากนี้ การถามคำถามระดับสูงของครูเป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้สติปัญญาส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดในระดับสูงหรือระดับที่มากกว่าความรู้ความจำ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดความสนุกในการหาคำตอบ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับ Thomas & Josepha (1998: 504) กล่าวว่า การใช้คำถามระดับสูงในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการกระตุ้นที่ดีของครูในการทำ

ให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวของตัวเอง และยังสามารถสื่อสารกับอัมพร ม้าคนอง (2553 : 77-83) กล่าวว่า การใช้คำถามของผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในชั้นเรียน และยังเป็นเครื่องมือในการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนระหว่างการเรียนการสอน บางครั้งเมื่อผู้เรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ แต่ผู้สอนช่วยเหลือด้วยการแนะนำ หรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่า หรือเป็นคำถามที่ผู้เรียนสามารถจะคิดได้ ผู้เรียนก็จะค่อย ๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่ต้องการได้ การใช้คำถามของผู้สอนจึงเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งต่อการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะต้องตระหนักถึงการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้เป็นแนวทางในการศึกษาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.2 ข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้จะนำไปเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามขั้นสูงในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

2.2 ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาผลจากการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมโดยใช้คำถามระดับสูงกับนักเรียนเพื่อส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์ ในการวิจัยครั้งต่อไปสามารถศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กรองทอง ไครรี่. (2548). [ออนไลน์]. ICT กับการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ใน
ทุกช่วงชั้น. [สืบค้นเมื่อ 9 พฤศจิกายน 2548]. จาก [http://www.ipst.ac.th/it/rosegarden/
GSP_krongtong.htm](http://www.ipst.ac.th/it/rosegarden/GSP_krongtong.htm).

กิตติศักดิ์ ใจอ่อน. (2550). การพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยแผน
การสอนแบบเปิดเน้นการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketcpad. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กระทรวงศึกษาธิการ . (2543) . การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัย. (พิมพ์ครั้งที่ 1) .
กรุงเทพฯ : กองวิจัยทางการศึกษากรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ :
กองวิจัยทางการศึกษากรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2544). ลายแทงนักคิด. กรุงเทพฯ : ชัคเชสมิเดีย.

จตุพร นาสินสร้อย (2557). การคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การคูณ ในชั้นเรียนที่ใช้
การศึกษาขั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ณัชร สุภสุทร์. (2553). การจัดการเรียนการสอนสำหรับเด็กที่มีความต้องการพิเศษ. กรุงเทพฯ :
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทองคูณ หงส์พันธุ์. (2540). เหลียวหลังแลหน้า เพื่อพัฒนาวิชาชีพครู. (ม.ป.ท.).

ทิพย์วัลย์ สีจันทร์ และคณะ. (2546). การคิดและการตัดสินใจ. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

ทิสนา เขมมณีและคณะ (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป
แมนเนจเม้นท์ จำกัด.

นิคม ปิยมโนชา. (2547). [ออนไลน์]. การคิดและการสอนเพื่อพัฒนาการคิด. [สืบค้นเมื่อ 15
กันยายน]. จาก <http://www.mc41.com/more/math4040.html>.

บุญชม ศรีสะอาด. (2543ก). การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
_____. (2543ข). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

_____. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น

- เบญจมาศ ฉิมมาลี. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบ
แนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวัลดิทที่มีต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด
9119 เทคนิคพรีนติ้ง.
- ปรุ่ง อินทรมาตร์. (2541). ผลของการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต,
ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พจน์ สะเพียรชัย. (2517). ประมวลบทความจิตวิทยาการศึกษา. หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการ
ฝึกหัดครู.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิค
การสอน1. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- _____. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัท พัฒนาคุณภาพ
วิชาการ (พว) จำกัด. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- แพรว ไหม สามารถ. (2555). การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้
กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพมหานคร.
- ยีน ภู่วรรณ. (2550). [ออนไลน์]. คณิตศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ. [สืบค้นเมื่อ 15
พฤศจิกายน 2550]. จาก <http://www.mc41.com/more/math4640.html>.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการมัธยมศึกษาคณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2542). การแก้ปัญหา. วารสารคณิตศาสตร์ 42 (485-487), 5-12.
- _____. (2554). "แผนการจัดการเรียนรู้" วารสารคณิตศาสตร์ 56, 632-634 (พฤษภาคม-
กรกฎาคม) : 3-23.
- ภัทรวดี สร้อยทอง (2557). ผลการจัดกิจกรรมพัฒนาความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดอนเมืองจตุรจินดา. วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

- รุ่งทิวา คนการณฺ์. (2549). การใช้กิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิดเพื่อพัฒนาหลักสูตรที่เน้นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รุ่งทิวา นานาบุรุง. (2550). วิธีธรรมชาติแห่งการคิดเชิงคณิตศาสตร์เรื่องการคูณและการหารของเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 7-10 ปี. (ค.ด.). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพมหานคร.
- โรจน์ใจ โฉนภาสและคณะ (2522). “แบบจำลองทักษะการสอนจุลภาค,” ทักษะการตั้งคำถาม. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิฑูรย์ หมทอง. (2555). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของ Fraivillig ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- ศรีสุรางค์ ทินะกุล และคณะ. 2542. การคิดและตัดสินใจ. กรุงเทพฯ : คอมพิวเตอร์.
- ศิริชัย กาญจนวาสิ และคณะ (2551). เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเพื่อพัฒนาแบบวัดการคิดจำแนกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้สำหรับ 4 ช่วงชั้น ภายใต้โครงการขับเคลื่อนการคิดสู่ห้องเรียน. กรุงเทพฯ : ศูนย์ทดสอบ และประเมินเพื่อพัฒนาการศึกษาและวิชาชีพ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมทรง สุวพานิช. (2541). การศึกษาระดับพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หนึ่งขั้นตอนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, 3 และ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.
- _____. (2549). โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ : ทฤษฎีและการปฏิบัติ. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- _____. (2552). วารสารครุศาสตร์. ปีที่ 6 (2) : 47-50 .
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (2557). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O – NET) ปีการศึกษา 2557. กรุงเทพฯ : สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). รายงานการศึกษาพัฒนาารูปแบบ
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ SE) เพื่อพัฒนา
กระบวนการคิดระดับสูง (ระยะที่ 3). กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพฯ : บริษัทแอดวานซ์พรินติ้งเซอร์วิส จำกัด.

สาโรช บัวศรี. (2531). สารานุกรมศึกษาศาสตร์. ฉบับที่ 8 มกราคม-ธันวาคม

สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรการสอนคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : พัฒนา
คุณภาพวิชาการ (พว).

สุวิทย์ มูลคำ. (2549). กลยุทธ์การสอนคิดสังเคราะห์. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2549 ก). แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนา ทักษะ
การคิดวิเคราะห์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
กรุงเทพฯ : ชุมชมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

แสงเดือน ทวีสิน. (2545). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยเส็ง.

อรุณี คงมา. (2553). การส่งเสริมกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านโคกสยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานราธิวาส
เขต 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิจัยและ
ประเมินผลการศึกษา) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตร
ศาสตร์.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อินสน สมเกต. (2533). ผลของการใช้คำถามระดับสูงที่มีสัดส่วนต่างกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนของนักเรียน ประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อิทธิเทพ นวาระสุจิตร. (2548). ชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้าน
กระบวนการ การให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2555). การพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ : ไอ.คิว.บุ๊คเซ็นเตอร์.

- อุษณีย์ โพธิ์สุขและคณะ. (2537). เอกสารประกอบการสอนวิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ. กรุงเทพฯ :
ภาควิชา การศึกษาพิเศษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร.
- _____. (2547). **สร้างสรรค์นักคิด: คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความ
ความสามารถ พิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง.** กรุงเทพฯ : รัตนพรชัย.
- Alsop S., & Hicks K. (2001): **Teaching Science. A Handbook for Primary and Secondary
School teaching.** Bell & Bain Ltd. Glasgow.
- Ayaduray, J., & Jacobs, G.M. (1997). **Can learner strategy instruction succeed? The case
of higher order questions and elaborated responses.** *System*, 25(4), 561-570.
- Baroody, A. J. and Coslick, R. T. (1993). **Problem Solving, Reasoning, and
Communicating, K-8.** USA: Macmillan.
- Berger, M.C. (1984). **Critical Thinking Ability and Nursing Student.** *Journal of Nursing
Education.*
- Bloom, B.s. (1961). **Taxonomy of educational objectives.** New York: David McKay
- Blosser, P. E. (1975). **How to Ask the Right Questions.** National Science Teachers
Association มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- Borromeo Ferri, Rita. (2005). **Mathematical Thinking Styles-An Empirical Study.**
Retrieved April 21, 2005, from [http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/
proceedings/Groups](http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups).
- Bruno, Giordano. (1980). **opere la tine, ed. and trans. Carlo Monti.** Turin, UTET.
- Bruner, J. (1960). **The Process of Education.** Cambridge, MA: Harvard University Press
- Cai, J. (2003). **Singaporean student's mathematical thinking in problem solving and
problem posing an exploratory study.** *International Journal of Mathematical
Education ill Science and Technology [Online].* Available from:
<http://dx.doi.org/10.1080/00207390310001595401> [2012, July 13]
- Center for Teaching Excellence University of Urbana Champaign. (2006). **Effective
Classroom Questioning.** [online]. Available from: www.cte.uiuc.edu. [9 July 2009].

- Dreyfus, Tommy; & Eisenberg, Theodore. (1996). **On Different Facts of Mathematical Thinking**. In *The Nature of Mathematical Thinking*. Sternberg, Robert J.; & Ben-Zeev, Talia, editors. pp. 253-284. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fraivillig, J. "Strategies For Advancing Children's Mathematics Thinking," **Teaching Children Mathematics** 8, 7 (April 2001) : 454-459.
- George, T. L., and Hans, o. A. (1970) Determining the Level of Inquiry in Teacher's Questions. Dissertation Abstracts International 31 (July): 247A-248A
- George, B., and Wragg, E. c. Questioning. (1993). London and New York: Butler & Tanner.
- Goldin, G. & Shteingold, (2001). **System of representations and the development of mathematical concepts**. In A. Cuoco & F. R. Curcio (Eds.), *The roles of representation in school mathematics* (pp. 1-23). Yearbook 2001. Reston, VA: NCTM.
- Greenwood, J.J. (1993). On the Nature of Teaching and Assessing "Mathematical Power" and "Mathematical Thinking", **Arithmetic Teacher** 41, 3 November : 144 -152.
- Guberman, Steven R. (2005). **Cultural Aspects of Young Children's Mathematics Knowledge**. Retrieved October 23, 2005, from http://spot.colorado.edu/~gubermas/NCTM_pap.htm
- Gueberman, Steven R.; Rahm, Jrene; & Menk, Debra, W. (2005). **Transforming Cultural Practices: Illustrations from Children's Game Play**. Retrieved October 23, 2005, from <http://spot.colorado.edu/~gubermas/Monopoly%20paper.htm>
- Guilford, J. P. (1967). **The Nature of Human Intelligence**. New York: McGraw-Hill.
- Helton, F. F. (1958). *Introduction Mathematics*. New York: John Wiley & Sons.
- Henderson, P. B. (2002). **Materials Development in Support of Mathematical Thinking**. Indiana: Department of Computer Science and Software Engineering Bulter University.
- Hyde, Au. A., and Hyde, P. R. (1991). **Mathwise: Teaching Mathematical Thinking and Problem Solving** Portsmouth, NH: Heinemann.

- Jackson, A.L. and others. (1994). **Mathematics in Action Macmillan**. McGraw-Hill School Publishing.
- Jeffrey, W. W. (2001) "Higher Order Teacher Questioning of Boys and Girls in Elementary Mathematics Classroom," **Journal for Research in Mathematics Education** 95, 2 (November).
- Kamii, C. (2003). **Modifying a Board Game to Foster Kindergartners' s Logic Mathematical Thinking**. Dissertation Abstracts International 26, 6 : 1538-6619.
- Kathleen, C. (2001). **Classroom Questioning** [online]. Available from :
<http://www.nwrel.org/scpd/sirs/3/cu5.html/>.
- Kriegler, Shelley. (2004). **Just What is Algebraic Thinking**. Retrieved June 10, 2004, from
<http://www.math.ucla.edu/~kriegler/>.
- Lutfiyya, A. L. (1998). **Mathematical thinking of high school students in Nebraska**. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology [Online]. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/0020739980290106> [2012, July 12].
- Manoucliehri. (2005). **Lecture Notes: Math 461** [online]. 2005. Available from:
<http://www.cst.cmich.edU/users/manoula/461/461.day2.ppt#1> [2012, September 21]
- Mark, J. L. **Teaching Elementary School Mathematics for Understanding**. New York: McGraw – Hill Book, 1965.
- Margaret, B. J. (1977). **The Effect of Teacher Question on Achievement in Classes for the Educable Mentally Retarded**. Dissertation Abstracts International 31,2 (August) : 723-724.
- Mason, J., and Stacey. K. (1994). **Thinking Mathematically**. Revised .London : Addisonwesley.
- Matlin, M. (1983). **Cognition**. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Musser, G. L., and Shaughnessy, J.M. (1980) **Problem – solving strategies in schoolMathematics**. In S.
- Nation Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). **Principles and Standard for School Mathematics**. VA: Nation Council of Teachers of Mathematics.

- Northwest Regional Educational Laboratory. (2005b). **Working Definition of Assessment Terms**. Retrieved February 16, 2005, from <http://www.nwrel.org/msec/mpm/quality.html>.
- O'Daffer, Ph. G., and Thornquist, Br. A. (1993). **Critical Thinking, Mathematical Reasoning, and Proof**. In *Research Ideas for the Classroom High School Mathematics*.
- Piaget. J. (1969). **The Mechanisms of Perception**. Newyork : Basic Book.
- _____. (1970). **Science of Education and the Psychology of the Child**. New York: Orion Press.
- _____. (1972). **The Principles of Genetic Epistemology**. New York: Basic Books.
- Perkins. (1993). "Portfolio Assessment in Social Studies : A Program That Offers a Systematic Approach", *Social – Studies Review*. 32 (1993) 44 – 47.
- Resnick, L.B. (1986). **The Development of Mathematical Intuition**. In *Minnesota Symposium on Child Psychology*. Perlmutter, M., editor. 19: 159-194. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rickart, C. (1996). **Structuralism and Mathematical Thinking**. In *The Nature of Mathematical Thinking*. Stemberg, Robert J.; & Ben-Zeev, Talia., editors. pp. 285-300. NJ: Lawrence Erlbaum.
- Rey, c. L. (1973). **A Comparative Laboratory study of the Effects of Lower Level and Higher Level Questions on student Abstract Reasoning and Critical Thinking in Two Non Directive High School Chemistry Classroom**. *Dissertation Abstracts International* 6, 40 (April): 3220 - A.
- Reys, R. E. et al. (2004). **Helping Chindren Learn Mathematics**. Seventh Edition. New York : Wiley & Sons.
- Rosemary Schmalz, S.P. (1973). **Categorization of Questions that Mathematics Teachers ask**. *Mathematics Teacher* 66, 7 (November 1973): 616-629
- Ruggiero, V.R. (1988). **Teaching thinking across the curriculum**. New York : Harper & Row.

- Ruddel, R. B. (1974). **Reading-language instruction : innovative practices**. Englewood Cliffs, N. J. :Prentice-Hall.
- Schielack, et al. (2001). **Designing Question to Encourage Children's Mathematical Thinking**. *Teaching Children Mathematics* 6.
- Schmalz, S. (1978). **Categorization of questions that mathematics teachers ask**. *Mathematics Teacher* 66(7), 619-626.
- Stacey, K. (2007). **WHAT IS MATHEMATICAL THINKING AND WHY IS IT IMPORTANT?** [Online]. 2007. Available from: http://www.criced.tsiikuba.ac.jp/matk/apec/apec2007/progress_report/symposiimi/Kaye_Stacey.pdf[2012 July 26].
- Sternberg, R.J. (1987). "What is Mathematical Thinking?. In Sternberg, R. J., and Baron, J.B." **Teaching Thinking Skills : Theory & Practice**, pp.62-68. New York : WIT Freeman and Company.
- Swan, M. and Ridgway, J. **Mathematical Thinking CATs**. Retrieved April 5 [Online]. 2005. Available from: <http://www.flagoide.org/extia/download/cat/math/math/mathw97.doc>.2005
- Thomas, R. and R. Josepha. (1998). "Using Questions to help children Build **Mathematical Power,**" *Teaching Children Mathematics* (May) : 504-507.
- Whittington, M.S. (1997). **Higher Order Thinking Opportunities Provided by Professors in College of Agriculture Classrooms**. *Journal of Agricultural Education* 3(4).
- Wood, T., Williams, G., & McNeal, B. (2006). Children's mathematical thinking in different classroom cultures. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(3), 222-252.
- Zohar, A., & Dori. Y. (2003). **Higher-order thinking skills and low-achieving students: Are they mutually exclusive?** *Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 145-181.



ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิจกรรมโดยใช้คำถามระดับสูง

กิจกรรมที่ 1 ตีกบิต

เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาจุดประสงค์อย่างละเอียด
2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนในกิจกรรมที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด และมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง
3. ถ้านักเรียนคนใดสงสัยหรือมีปัญหาที่ไม่เข้าใจ สามารถขอคำแนะนำจากครูผู้สอนได้ตลอดเวลา

แนวคิด (Concept) ของกิจกรรม

การคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปริภูมิและรูปทรง

สื่อการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1

การดำเนินกิจกรรม

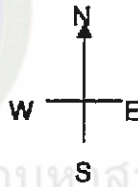
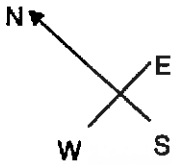
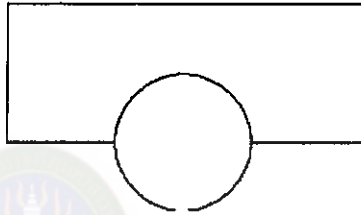
ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 1

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
2. ตรวจสอบการวางแผนของนักเรียน

กิจกรรมที่ 1 ตึกบิด

ในยุคสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ตึกมักมีรูปร่างแปลกๆภาพข้างล่างแสดง “รูปตึกบิด” ในคอมพิวเตอร์และผังชั้นล่าง เข้มทิศทางการวางตัวอาคาร



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชั้นล่างของตึกมีทางเข้า-ออก และมีห้องสำหรับร้านค้า จากพื้นล่างมีชั้นอีก 20 ชั้น ซึ่งทำเป็นอพาร์ทเมนต์ ผังของแต่ละชั้นคล้ายกับผังชั้นล่าง จะต่างกันเล็กน้อยที่ทิศทางการวางอาคารจากชั้นที่ถัดลงไปส่วนที่เป็นทรงกระบอกมีช่องลิฟต์ และจุดหยุดลิฟต์ในแต่ละชั้น

จงประมาณความสูงทั้งหมดของตึก โดยให้มีหน่วยเป็นเมตร

กิจกรรมโดยใช้คำถามระดับสูง
กิจกรรมที่ 2 ช่างไม้

เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาจุดประสงค์อย่างละเอียด
2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนในกิจกรรมที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด และมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง
3. ถ้านักเรียนคนใดสงสัยหรือมีปัญหาก็ไม่เข้าใจ สามารถขอคำแนะนำจากครูผู้สอนได้ตลอดเวลา

แนวคิด (Concept) ของกิจกรรม

การคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปริภูมิและรูปทรง

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้และสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล

สื่อการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 2

การดำเนินกิจกรรม

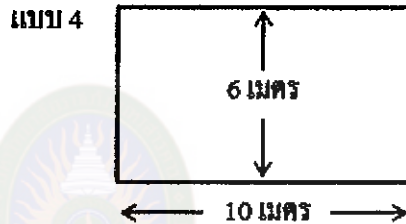
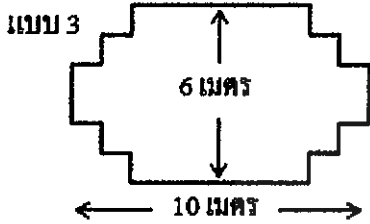
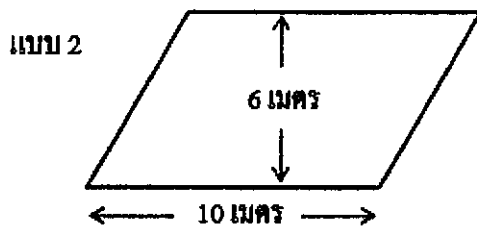
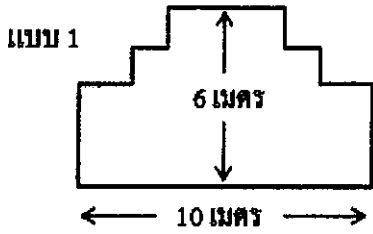
ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 1

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
2. ตรวจการวางแผนของนักเรียน

กิจกรรมที่ 2 ช่างไม้

ช่างไม้มีกระดานยาว 32 เมตร และต้องการใช้ไม้นี้ล้อมกรอบสวนหย่อม เขามีแบบสวนหย่อมที่คิดไว้ 4 แบบ ดังนี้



จากรูปแบบทั้ง 4 แบบรูปแบบใดมีพื้นที่มากที่สุด

กิจกรรมโดยใช้คำถามระดับสูง
กิจกรรมที่ 3 สวนฝรั่ง

เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาจุดประสงค์อย่างละเอียด
2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนในกิจกรรมที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด และมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง
3. ถ้านักเรียนคนใดสงสัยหรือมีปัญหาที่ไม่เข้าใจ สามารถขอคำแนะนำจากครูผู้สอนได้ตลอดเวลา

แนวคิด (Concept) ของกิจกรรม

การคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์

สื่อการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 3

การดำเนินกิจกรรม

ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 3

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
2. ตรวจสอบการวางแผนของนักเรียน

กิจกรรมที่ 3 สวนฝรั่ง

ชาวสวนปลูกฝรั่งในแปลงปลูกรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส นอกจากนี้ยังปลูกต้นสนไว้รอบๆ แปลงฝรั่ง เพื่อป้องกันลมด้วย แผนผังในรูปต่อไปนี้แสดงแปลงฝรั่งดังกล่าว โดย n คือ จำนวนแถวของต้นฝรั่ง

$n=1$

```
x x x
x ● x
x x x
```

$n=2$

```
x x x x x
x ● ● x
x     x
x ● ● x
x x x x x
```

$n=3$

```
x x x x x x x
x ● ● ● x
x     x
x ● ● ● x
x     x
x ● ● ● x
x x x x x x x
```

$n=4$

```
x x x x x x x x
x ● ● ● ● x
x     x
x ● ● ● ● x
x     x
x ● ● ● ● x
x     x
x ● ● ● ● x
x x x x x x x x
```

x = ต้นสน

● = ต้นฝรั่ง

เติมข้อมูลลงในตารางต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

n	จำนวนของต้นฝรั่ง	จำนวนของต้นสน
1	1	8
2	4	
3		
4		
5		

จะมีค่า n อยู่ค่าหนึ่งที่จำนวนของต้นฝรั่งจะเท่ากับจำนวนของต้นสน จงหาค่าของ n นั้น โดยแสดงวิธีคำนวณด้วย

1. ปัญหานี้ ต้องการให้หาอะไร ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง เพียงพอที่จะหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่
ต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติม และจะหาได้อย่างไร

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

2. มีวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ ถ้ามีวิธีใดบ้าง

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

ทำไมจึงใช้วิธีคิดอีกวิธีหนึ่งไม่ได้

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



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จงอธิบายวิธีคิด



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. แน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบถูกต้อง มีวิธีตรวจสอบ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จะสรุปวิธีแก้ปัญหานี้สั้นๆ ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อสรุปที่ได้เป็นจริงเสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



กิจกรรมโดยใช้คำถามระดับสูง
กิจกรรมที่ 4 ความเร็วของรถแข่ง

เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาจุดประสงค์อย่างละเอียด
2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนในกิจกรรมที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด และมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง
3. ถ้านักเรียนคนใดสงสัยหรือมีปัญหาที่ไม่เข้าใจ สามารถขอคำแนะนำจากครูผู้สอนได้ตลอดเวลา

แนวคิด (Concept) ของกิจกรรม

การคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์

สื่อการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 4

การดำเนินกิจกรรม

ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 4

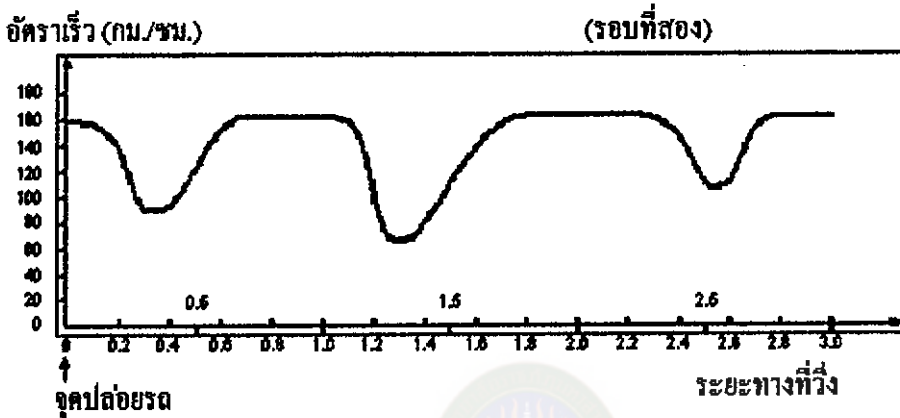
การวัดและประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน
2. ตรวจการวางแผนของนักเรียน

กิจกรรมที่ 4 ความเร็วของรถแข่ง

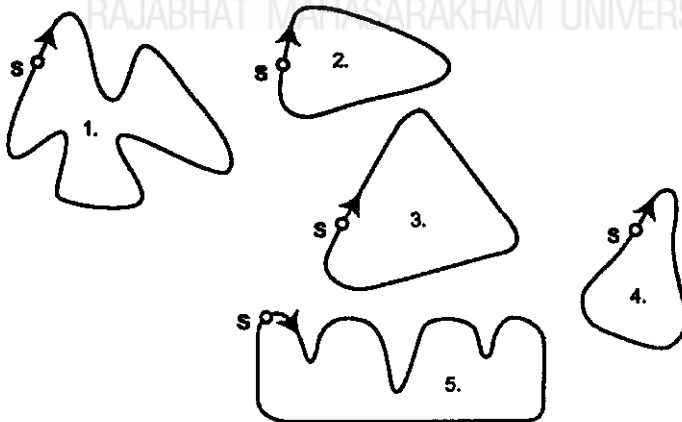
กราฟต่อไปนี้แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของความเร็วของรถแข่งคันหนึ่ง ที่วิ่งในสนามแข่งทางราบระยะทาง 3 กิโลเมตร

อัตราเร็วของรถแข่งในระยะทาง 3 กม.



สนามแข่งที่ทำให้รถมีอัตราเร็วสอดคล้องกับกราฟข้างต้น สนามแข่งควรจะมีลักษณะอย่างไร

S : จุดปล่อยรถ



1. ปัญหานี้ ต้องการให้หาอะไรข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง เพียงพอที่จะหาคำตอบหรือไม่ ถ้าไม่
ต้องการข้อมูล ใดเพิ่มเติม และจะหาได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. มีวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้หรือไม่ ถ้ามีวิธีใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ทำไมจึงใช้วิธีคิดอีกวิธีหนึ่งไม่ได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

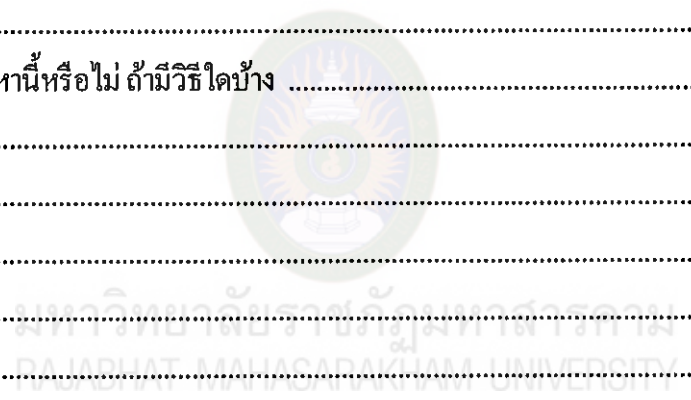
.....

.....

.....

.....

.....



3. แน่ใจได้อย่างไรว่าคำตอบถูกต้อง มีวิธีตรวจสอบอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จะสรุปวิธีแก้ปัญหานี้สั้นๆ ได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อสรุปที่ได้เป็นจริงเสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

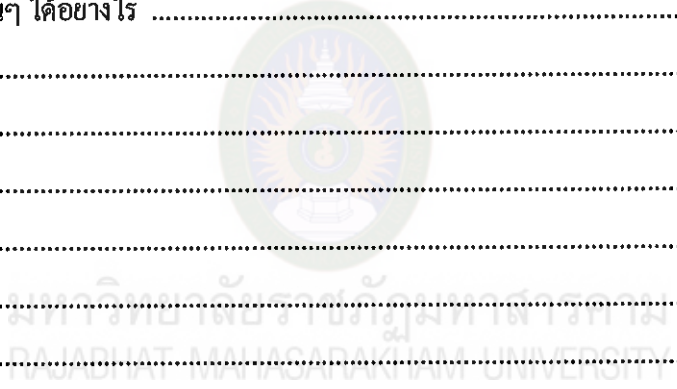
.....

.....

.....

.....

.....



แบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์

ให้ผู้วิจัยเขียนเครื่องหมาย ✓ หรือ X หน้าข้อความที่ตรงกับความคิดเห็น และไม่ตรงกับความคิดเห็นของผู้วิจัยตามลำดับ ในขณะที่นักเรียนกำลังร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง

ชื่อ-สกุล.....โรงเรียน.....

ระดับชั้น..... ภาคเรียนที่..... ปีการศึกษา.....

	1. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้
	2. เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
	3. สรุปคำตอบได้ถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา
	4. ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์
	5. อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา
	6. อธิบายความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ
	7. การใช้ตัวแทนความคิดในการทำความเข้าใจปัญหา
	8. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา
	9. การใช้ตัวแทนความคิดในการแสดงการสรุปคำตอบของปัญหา

พฤติกรรมการคิดทางคณิตศาสตร์อื่นๆ

.....

.....


.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย



ภาคผนวก ข
แบบประเมินความสอดคล้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูง

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
	1	2	3			
1. กิจกรรมเหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของนักเรียน	4	4	3	3.67	0.57	เหมาะสมมาก
2. กิจกรรมสอดคล้องกับการคิดทางคณิตศาสตร์	5	5	4	4.67	0.57	เหมาะสมมาก
3. กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง	5	4	3	4	1	เหมาะสมมาก
4. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4	4	3	3.67	0.57	เหมาะสมมาก
5. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	4	4	3	3.67	0.57	เหมาะสมมาก
6. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับเนื้อหาอื่นๆ	4	4	4	4	0	เหมาะสมมาก
7. สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรม	4	4	4	4	0	เหมาะสมมาก
8. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของเด็ก	4	4	3	3.66	0.57	เหมาะสมมาก
9. สื่อการเรียนรู้นำไปใช้สะดวก	4	3	3	3.33	0.57	เหมาะสมมาก
10. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4	4	4	4	0	เหมาะสมมาก
11. มีเกณฑ์การวัดและการประเมินผลอย่างชัดเจน	4	3	5	4	1	เหมาะสมมาก
12. สามารถปฏิบัติได้จริง	4	3	3	3.33	0.57	เหมาะสมมาก
รวมเฉลี่ย	50	46	42	3.83	0.34	

ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นอื่นๆ

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

ลงชื่อผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

...../...../.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินแบบตรวจสอบรายการการคิดทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			คะแนน เฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ความหมาย
	1	2	3			
1. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้	5	5	4	4.67	0.57	เหมาะสม มาก
2. เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา	4	4	3	3.66	0.57	เหมาะสม มาก
3. สรุปคำตอบได้ถูกต้องและ สอดคล้องกับปัญหา	4	3	4	3.66	0.57	เหมาะสม มาก
4. ใช้ความรู้และข้อมูลในการ วิเคราะห์สถานการณ์	4	3	4	3.66	0.57	เหมาะสม มาก
5. อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้ กลยุทธ์วิธีการแก้ปัญหา	4	4	4	4	0	เหมาะสม มาก
6. อธิบายความถูกต้องและความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	4	4	4	4	0	เหมาะสม มาก
7. การใช้ตัวแทนความคิดในการทำ ความเข้าใจปัญหา	5	5	5	5	0	เหมาะสม มาก
8. การใช้ตัวแทนความคิดในการ แสดงกระบวนการแก้ปัญหา	4	4	3	3.66	0.57	เหมาะสม มาก
9. การใช้ตัวแทนความคิดในการ แสดงการสรุปคำตอบของปัญหา	3	4	3	3.33	0.57	เหมาะสม มาก
รวมเฉลี่ย	37	36	34	3.96	0.65	

ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นอื่นๆ

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

ลงชื่อผู้เขียนงาน

(.....)

...../...../.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่ ศร ๐๕๔๐.๐๒/ว๐๕๕๒



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๗ มกราคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน อาจารย์ ดร. ชานูณรงค์ เขียงราช

ด้วย นายวีระช ฐเสน รหัสประจำตัว ๕๓๗๐๑๐๕๑๐๑๒๖ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยใช้คำถามระดับสูง” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านการคิดทางคณิตศาสตร์
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัย
 ตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้คำถามระดับสูง
 อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณ
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. ชีระวัฒน์ เข็มแสง)

รองคณบดี รักษาการแทนคณบดี
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

คณะกรรศาสตร์

โทร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

โทรสาร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

edu@rmutm.ac.th



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/๖๐๕๕๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๒๘ มกราคม ๒๕๕๕

เรียน อาจารย์ ดร.นงลักษณ์ จิรมงคลพร

ด้วย นายวัชร ชูเตน รหัสประจำตัว ๕๗๗๐๑๐๕๑๐๑๒๖ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำ
วิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดยใช้คำถาม
ระดับสูง" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
ดังกล่าวที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านการศึกษาคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัย
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้คำถามระดับสูง
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ธีรวัฒน์ เยี่ยมแสง)

รองคณบดี ศึกษาราชการแทนคณบดี
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

คณะครุศาสตร์

โทร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

โทรสาร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

edu@rmmu.ac.th



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ พิเศษ/๒๕๕๕

วันที่ ๒๘ มกราคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.นิตยา บรรเทา

ด้วย นายวัชร ชูเสน รหัสประจำตัว ๕๑๗๐๑๐๕๑๐๑๒๖ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๗ โดยใช้คำถามระดับสูง” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านการคิดทางคณิตศาสตร์
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านวิจัย
- ตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้คำถามระดับสูง
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบกมลมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. วีระวัฒน์ เวียนแสง)

รองคณบดี รักษาการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์

โทร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

โทรสาร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

edu@rmu.ac.th

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว๐๕๕๒



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๘ มกราคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าม้า (โรงเรียนกีฬาท้องถิ่นจังหวัดร้อยเอ็ด)

ด้วย นายวิรัช ชูเสน รหัสประจำตัว ๕๗๗๐๑๐๕๑๐๑๒๖ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำ
วิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาการศึกษาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยใช้คำถาม
ระดับสูง” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยกับ
กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์
ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณ
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. วีระวัฒน์ เยี่ยมแสง)

รองคณบดี รักษาการแทนคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

คณะกรรมการ

โทร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

โทรสาร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

edu@rmm.ac.th

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/๖๐๕๕๒



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๒๘ มกราคม ๒๕๕๕

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนเทศบาลหนองหญ้าบัว (โรงเรียนกีฬาท้องถิ่นจังหวัดร้อยเอ็ด)

ด้วย นายวิระ ชูเสน รหัสประจำตัว ๕๗๘๐๑๐๕๑๐๑๒๘ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำ
วิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยใช้ท่าทาง
ระดับสูง” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัยกับกลุ่ม
ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณ
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ดร.วิระวัฒน์ เข็มแสง)

รองคณบดี รักษาราชการแทนคณบดี
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

คณะกรรมาธิการ

โทร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

โทรสาร. ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

edu@rmmu.ac.th

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นายวิรัช ชูเสน
วัน เดือน ปี เกิด	21 มิถุนายน 2534
ที่อยู่ปัจจุบัน	91 หมู่ 2 ตำบลวาริสวัสดิ์ อำเภอพนมไพร จังหวัดร้อยเอ็ด 45140
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2557	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
พ.ศ. 2559	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY