

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด
DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2


วรกมล บุญรักษา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ วรกมล บุญรักษา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.คงรัฐ นवलเปง)

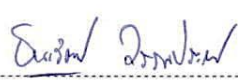

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พิฒผล)


..... กรรมการ
(ดร.คงรัฐ นवलเปง)


..... กรรมการ
(ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต)


..... กรรมการ
(ดร.ธนะวัฒน์ วรรณประภา)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 16 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ดร.คงรัฐ นวลแบ่ง อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒผล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.ชนวัฒน์ วรรณประภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้อง ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ ดร.เชวง ช้อนบุญ ดร.พีรเชษฐ์ บุญพัชรเจริญ นางลัดดา ชลาชนวัฒน์ นางสุนันท์ ชวาลรัตน์ และนางนารี เจริญประโยชน์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพและความเหมาะสม รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยให้มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียนตกรวมวิทยาการ นายธีรชัย สุขผล ตำแหน่ง ครู คศ. 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนตกรวมวิทยาการ ที่ให้ความอนุเคราะห์และความช่วยเหลืออย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียนบ่อวิทยาการ ตลอดจนคณะครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่ให้ความร่วมมืออย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อไกรสร หากา คุณแม่วรรณา บุญรักษา สมาชิกในครอบครัว พี่ ๆ และเพื่อน ๆ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ที่ให้กำลังใจ และคอยช่วยเหลือผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่เวทิตาแด่ บพกาภิ บวรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษามีสติปัญญา และประสบความสำเร็จตลอดจนเท่าวันนี้

วรกมล บุญรักษา

58910172: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์: กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์/แนวคิด DAPIC/

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

วรกมล บุญรักษา: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์

(STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (STUDENT TEAM

ACHIEVEMENT DIVISIONS LEARNING ACTIVITY MANAGEMENT WITH DAPIC ON

MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND MATHEMATICS LEARNING

ACHIEVEMENT ON PYTHAGORAS THEOREM OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: คงรัฐ นवलแบ่ง, กศ.ด., อพันธ์ชนิด เจนจิต, กศ.ด., 252 หน้า,

ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่ม

ผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็น

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ่อวิทยาการ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ที่กำลังศึกษา

ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 13 คน เครื่องมือที่ใช้

ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)

ร่วมกับแนวคิด DAPIC แบบทดสอบระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบท

พีทาโกรัส สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยของประชากร (μ) และ

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)

ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

58910172: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed
(MATHEMATICS TEACHING)

KEYWORDS: STUDENT TEAM ACHIEVEMENT DIVISIONS LEARNING ACTIVITY/
DAPIC/ MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY/
MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT

WORAKAMON BOONRAKSA: STUDENT TEAM ACHIEVEMENT DIVISIONS
LEARNING ACTIVITY MANAGEMENT WITH DAPIC ON MATHEMATICAL PROBLEM
SOLVING ABILITY AND MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT ON
PYTHAGORAS THEOREM OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS

ADVISORY COMMITTEE: KONGRAT NUALPANG, Ed.D., APUNCHANIT JENJIT, Ed.D.
252 P. 2018.

The purposes of this research were 1) to compare mathematical problem solving ability, and 2) to study mathematics learning achievement on Pythagoras theorem of Mathayomsuksa 2 students after learning through student team achievement divisions learning activity management with DAPIC with the criterion of 70 percent. The populations were 13 students from Mathayomsuksa 2 Borwittayakarn School, Khlung District, Chanthaburi Province in second semester of 2017 academic year 1 classroom. The research instruments were lesson plans of using STAD with DAPIC, formative test, mathematical problem solving ability test and mathematics learning achievement test on Pythagoras theorem. The data was analyzed by using percentage, population mean (μ) and population standard deviation (σ).

The results of research were:

1. Mathematical problem solving ability on Pythagoras theorem of students after learning through student team achievement divisions learning activity management with DAPIC was higher than the 70 percent criterion.

2. Mathematics learning achievement on Pythagoras theorem of students after learning through student team achievement divisions learning activity management with DAPIC was higher than the 70 percent criterion.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	8
ขอบเขตของการวิจัย	8
กรอบแนวคิดการวิจัย	9
นิยามศัพท์เฉพาะ	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	15
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD).....	22
แนวคิด DAPIC.....	46
การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC.....	53
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	56
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	78
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	87
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	90
ประชากร	90
เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	90

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	108
การวิเคราะห์ข้อมูล	111
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	112
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	115
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	115
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	115
5 สรุปและอภิปรายผล.....	131
สรุปผลการวิจัย.....	131
อภิปรายผล.....	132
ข้อเสนอแนะ	137
บรรณานุกรม.....	139
ภาคผนวก	145
ภาคผนวก ก	146
ภาคผนวก ข	151
ภาคผนวก ค	172
ภาคผนวก ง.....	245
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	252

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 18
2	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... 20
3	การคิดคำนวณคะแนนพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคน 33
4	เกณฑ์การตัดสินระดับคะแนนพัฒนาการ 33
5	การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)..... 39
6	เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของ สสวท..... 71
7	เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาแบบแยกองค์ประกอบของสิริพร ทิพย์คง..... 72
8	เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของ สสวท. 73
9	เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร..... 75
10	เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของนพพร แหยมแสง 75
11	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบตามแนวคิด DAPIC ของผู้วิจัย..... 77
12	พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านสติปัญญา 82
13	การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และเวลา 92
14	การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้..... 98
15	การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 103

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
16 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	105
17 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์...	110
18 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC.....	116
19 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการทำความเข้าใจ จำแนกตามระดับคะแนน	117
20 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน	120
21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการวางแผน จำแนกตามระดับคะแนน	122
22 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน	124
23 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการสรุปคำตอบ จำแนกตามระดับคะแนน	127
24 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค การแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC	130
25 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค การแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	152
26 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค การแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	153

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
27	ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส.....	154
28	ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้.....	155
29	สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้.	156
30	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก.....	157
31	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	158
32	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส.....	159
33	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้	160
34	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน	161
35	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส.....	163
36	ค่าความยากง่าย (P_D) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส.....	164
37	คำนวณค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่คัดเลือกไว้เป็นรายชื่อ	165
38	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	166
39	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	168

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
40	170
คำวนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่คัดเลือกไว้	
41	246
คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC	
42	247
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC	
43	248
คะแนนพัฒนาการของนักเรียนหลังทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง สมบัติของ รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก.....	
44	249
คะแนนพัฒนาการของนักเรียนหลังทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส....	
45	250
คะแนนพัฒนาการของนักเรียนหลังทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง บทกลับของ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส.....	
46	251
คะแนนพัฒนาการของนักเรียนหลังทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง การนำบทกลับและ ทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้	

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
2 ความสัมพันธ์ของกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC	52
3 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับ แนวคิด DAPIC	55
4 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ตามแนวคิดของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์.....	64
5 ลักษณะของคำตอบในขั้นการทำความเข้าใจของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน.....	118
6 ลักษณะของคำตอบในขั้นการทำความเข้าใจของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน.....	119
7 ลักษณะของคำตอบในขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหาของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน.....	120
8 ลักษณะของคำตอบในขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหาของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน.....	121
9 ลักษณะของคำตอบในขั้นการวางแผนของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน.....	123
10 ลักษณะของคำตอบในขั้นการวางแผนของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน.....	123
11 ลักษณะของคำตอบในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน ...	126
12 ลักษณะของคำตอบในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน ...	126
13 ลักษณะของคำตอบในขั้นการสรุปคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน.....	128
14 ลักษณะของคำตอบในขั้นการสรุปคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน.....	128
15 ลักษณะของคำตอบในขั้นการสรุปคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน.....	129

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภายใต้สภาวะการณ์ที่เปลี่ยนแปลงของสังคมซึ่งมีความจำเป็นที่เยาวชนจะต้องใช้กระบวนการคิด และการจัดการเรียนรู้ต้องทำให้เยาวชนมีคุณภาพชีวิตที่จะอยู่ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Education for sustainable development) มีความสำคัญที่จะต้องเริ่มการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพ เพื่อการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะการณ์ต่าง ๆ การพัฒนาความสามารถในการคิดจึงมีความจำเป็น อนาคตของประเทศไทยขึ้นอยู่กับเยาวชนในวันนี้ เพราะในโลกยุคใหม่ การแข่งขันขึ้นอยู่กับความรู้และความสามารถของคนในชาติ โดยเฉพาะเศรษฐกิจที่ใช้คนเป็นฐาน (Knowledge based economy) ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องปฏิรูปการเรียนรู้โดยเร็วที่สุด เพื่อเสริมสร้างศักยภาพของเยาวชน ให้สามารถคิดเป็น ทำเป็น มีทักษะในการจัดการ พร้อมทั้งส่งเสริมคุณธรรม ค่านิยมที่พึงประสงค์ และรักการแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง (รุ่ง แก้วแดง, 2543, หน้า 5) สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่กำหนดให้การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษา ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และการจัดการศึกษาต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546, หน้า 11)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระบุว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56) รวมถึง ยุพิน พิพิธกุล (2545, หน้า 1-2) ที่กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญ มิได้มีความหมายเพียงตัวเลขและสัญลักษณ์เท่านั้น หากแต่มีความหมายที่เกี่ยวกับการคิด โดยใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่า สิ่งที่เราคิดขึ้นนั้นเป็นจริงหรือไม่ด้วยวิธีคิด คณิตศาสตร์ช่วยให้คนเป็นผู้ที่มีเหตุผล เป็นคนใฝ่รู้

ตลอดจนพยายามคิดสิ่งแปลกใหม่ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ หรืออาจกล่าวได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และคณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาศักยภาพของบุคคล ช่วยให้เป็นคนมีเหตุผล คิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีระบบ รู้จักวางแผนในการทำงาน มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย และมีความสามารถในการแก้ปัญหา (สิริพร ทิพย์คง, 2547, หน้า 7)

การจัดการศึกษาในปัจจุบัน ได้ให้ความสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ดังจะเห็นได้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้ การแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นอันดับแรก ของทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teacher Mathematics. [NCTM], 2010, p. 1) ระบุว่า การแก้ปัญหามีบทบาทสำคัญ ในวิชาคณิตศาสตร์ และควรจะมีบทบาทสำคัญในการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนระดับปฐมวัยถึง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยบทบาทของครูก็คือการแก้ไข เลือก และพัฒนางานที่จะส่งเสริมให้ เกิดการพัฒนาการทำความเข้าใจและการเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ซึ่งสมาคมครูคณิตศาสตร์ แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, p. 4) อธิบายว่า การแก้ปัญหาไม่ใช่แค่จุดมุ่งหมายของการเรียน คณิตศาสตร์ แต่ยังอยู่ที่วิธีการในการแก้ปัญหาคือ ซึ่งการแก้ปัญหาคือเป็นส่วนสำคัญของวิชา คณิตศาสตร์ นักเรียนควรมีโอกาสฝึกฝนการแก้ปัญหาคือที่ซับซ้อนและสะท้อนความคิด ในกระบวนการแก้ปัญหานั้นออกมาด้วย เพื่อให้สามารถปรับใช้ยุทธวิธีที่พัฒนาไปสู่การแก้ปัญหา ในบริบทอื่น ๆ ซึ่งการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนรู้จักการคิด ฝึกฝนให้เป็นผู้มี ความเพียร อยากรู้อยากเห็น และมีความมั่นใจในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย ทำให้นักเรียนกล้าเผชิญ ปัญหาในห้องเรียนได้ดี ดังนั้น การแก้ปัญหาคือเป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หนึ่ง ที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะจะช่วยให้นักเรียน มีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหา ที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัว ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2551, หน้า 1) ครูต้องพยายามศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงใช้ ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและผู้เรียน แต่การเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา มีนักเรียนจำนวนมากที่ยังด้อย ความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรือการอ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ และ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2551, หน้า 1)

ซึ่งสภาพปัญหาดังกล่าว ถ้าไม่ได้รับการแก้ไขย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพการศึกษา และผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับที่สูงขึ้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด และมีทักษะในการดำเนินชีวิต

แม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญดังที่กล่าวมา แต่ในปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ่อวิทยาการ ได้ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย (C.V.) เท่ากับ 16.15 และ 38.35 ตามลำดับ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับต้องปรับปรุง ทั้งภาคเรียนที่ 1 และ 2 (โรงเรียนบ่อวิทยาการ, 2559 ก; โรงเรียนบ่อวิทยาการ, 2559 ข) รวมทั้งรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556, 2557, 2558 และ 2559 ของโรงเรียนบ่อวิทยาการ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 22.44, 28.00, 28.55 และ 19.35 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละของภาพรวมระดับประเทศ และพบว่าในสาระเรขาคณิต ปีการศึกษา 2556, 2557, 2558 และ 2559 ระดับโรงเรียน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 17.78, 18.95, 38.54 และ 28.13 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในสาระเรขาคณิตอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เป็นสาระที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนา เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (Trends in international mathematics and science study 2015: TIMSS 2015) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 สำหรับปี ค.ศ. 2015 ประเทศไทยเข้าร่วมการประเมินเฉพาะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกรอบการประเมินของ TIMSS 2015 วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครอบคลุมด้านเนื้อหาวิชา (Content domain) 4 เรื่อง ได้แก่ จำนวน พีชคณิต เรขาคณิต และข้อมูลและโอกาส และด้านพฤติกรรม การเรียนรู้ (Cognitive domain) 3 ด้าน คือ ความรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล รวมทั้งการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนการสอนจากแบบสอบถาม ผลการประเมิน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของประเทศไทย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 431 คะแนน จัดอยู่ในอันดับที่ 26 ของประเทศที่เข้าร่วมการประเมินจากทั้งหมด 39 ประเทศ ซึ่งน้อยกว่าค่ากลางของการประเมินที่กำหนดไว้ที่ 500 คะแนน (สสวท., 2559, หน้า 1-4) การที่นักเรียนจะทำข้อสอบตามโครงการ TIMSS ได้นั้น นักเรียนต้องมีความรู้/ความเข้าใจ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี เพราะแต่ละพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมินตามโครงการ TIMSS ครอบคลุมถึงข้อเท็จจริง กระบวนการ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียน

ต้องรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้ และเข้าใจในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ (สสวท., 2553, หน้า 4) นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ในปีการศึกษา 2558 และ 2559 ที่ผ่านมา นักเรียนมักจะทำข้อสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาได้ไม่ดี กระจายคำตอบมักจะว่างเปล่า หรือถ้ามีการเขียนแสดงวิธีทำก็มักจะเริ่มต้นจากการวิเคราะห์โจทย์ที่ผิดพลาด หรือการวางแผนที่ไม่ได้เป็นลำดับขั้นตอนที่ถูกต้อง ทำให้ นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบหรือแก้ปัญหาเหล่านั้น ๆ ได้ จากผลคะแนนดังกล่าวทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมพัฒนาให้นักเรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ซึ่งจะส่งผลต่อเนื่องไปยัง การศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้การจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร โดยศึกษาจากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า สาเหตุประการแรกอาจเนื่องมาจากเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม บางขั้นตอนยากที่จะอธิบายให้เข้าใจได้ นักเรียนจึงใช้วิธีการจำมากกว่าการทำความเข้าใจ และ ครูผู้สอนที่มักจะสอนโดยมุ่งเน้นที่เทคนิคของวิธีสอนมากกว่าแก่นสำคัญของวิธีสอน ทำให้ การสอนขาดประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้สอนไม่ทราบหรือเข้าใจถึงแก่น คือองค์ประกอบและขั้นตอน ที่ขาดไม่ได้ของวิธีการสอนนั้น ๆ (ทิสนา เขมมณี, 2558, หน้า 324) ครูผู้สอนไม่สนใจศึกษา หาความรู้ ไม่ปรับปรุงการเรียนการสอนให้ทันกับการเปลี่ยนแปลง ขาดการดูแลเอาใจใส่นักเรียน ไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจและสนใจในเรื่องที่ผู้สอนสอน (สสวท., 2555 ก, หน้า 124-125) สาเหตุประการที่สองคือ ครูไม่ได้เน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน การแสดงความคิดเห็นและ ขาดการส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (สุลัดดา ลอยฟ้า, 2538, หน้า 15) เพราะครูผู้สอน มักเน้นการสอนเนื้อหา โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้นักเรียนขาดโอกาส ในการแสดงความคิดเห็น ซึ่งการแก้ปัญหานั้น ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมและเปิดโอกาสให้ชี้แจง แนวคิด การดำเนินการ และอธิบายเหตุผล รวมทั้งรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ ด้วย และสาเหตุประการที่สามคือ นักเรียนไม่เห็นความสำคัญของการเรียน ไม่ชอบเรียน ไม่มี ความรับผิดชอบด้านการเรียน รวมทั้งไม่มีทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำงานไม่เป็นระบบ และ ไม่รู้จักวางแผนการทำงานและวางแผนสำหรับชีวิตของตนเอง ดังนั้น การจัดการเรียนการสอน ควรเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือกระทำ มีส่วนร่วมในกิจกรรม และเกิดการเรียนรู้ด้วย ตนเอง (อรนุช ลิ้มตศิริ, 2556, หน้า 113) และครูผู้สอนต้องลดบทบาทจากการเป็นผู้แสดงตัวอย่าง ให้นักเรียนดูแล้วให้นักเรียนทำตาม เป็นการจัดให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะ/ กระบวนการแก้ปัญหา มีความกระตือรือร้น สนใจใฝ่เรียนรู้ โดยมีครูคอยให้คำปรึกษา แนะนำให้นักเรียนได้คิดเอง ลงมือ แก้ปัญหาด้วยตนเอง

จากการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน สาระเรขาคณิต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ประกอบด้วยเนื้อหา 4 ส่วน คือ สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ทฤษฎีบทพีทาโกรัส บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส และการนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ จากการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยในปีการศึกษา 2558 และ 2559 ที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนมีปัญหาเกี่ยวกับการทำความเข้าใจทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาใช้ในการหาความยาวด้านของแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก นักเรียนส่วนมากสามารถจดจำสูตรหรือความสัมพันธ์ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ แต่ไม่สามารถนำมาใช้ได้อย่างถูกต้อง โดยนักเรียนมักจะแทนความยาวด้านตรงข้ามมุมฉากจากที่โจทย์กำหนดให้เป็นความยาวของด้านประกอบมุมฉากอยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากนักเรียนไม่ได้วิเคราะห์โจทย์ หรือวิเคราะห์โจทย์ไม่ถูกต้อง ไม่รู้จักวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าต้องทำอะไรก่อนแล้วขั้นตอนต่อไปต้องทำอะไรจึงจะได้คำตอบปัญหา นักเรียนขาดการสื่อสารอธิบายแลกเปลี่ยนในชั้นเรียน กอปรกับนักเรียนไม่ใส่ใจในการทำความเข้าใจเท่าที่ควร นักเรียนบางคนเรียนโดยอาศัยการท่องจำทำตามแบบ เมื่อจำทฤษฎีบทไม่ได้ ก็ไม่สามารถทำแบบฝึกหัดหรือแก้โจทย์ปัญหาที่มีความพลิกแพลงแตกต่างจากตัวอย่างที่ครูสอนได้ ดังจะเห็นได้จากคะแนนทดสอบท้ายบทเรียนเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนโรงเรียนบ่อวิทยาการ จังหวัดจันทบุรี ในปีการศึกษา 2558 และ 2559 โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 9.32 และ 9.56 คะแนนตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จากปัญหาและสาเหตุของการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส พบว่า นักเรียนขาดความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับทฤษฎีบท และไม่มีทักษะการแก้ปัญหาคือ วิเคราะห์หรือทำความเข้าใจ โจทย์ไม่ถูกต้อง ไม่วางแผนในการแก้ปัญหายังเป็นขั้นตอน และขาดการสื่อสารแลกเปลี่ยนกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน

แนวคิดกระบวนการแก้ปัญหานั้นน่าสนใจในการนำมาใช้พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ แนวคิดกระบวนการแก้ปัญห DAPIC ที่คิดค้นโดยทีมออกแบบหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (The integrated mathematics and science technology: IMaST) ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาวินิจฉัยศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน แนวคิด DAPIC มี 5 ขั้นตอน คือ

- 1) Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา
- 2) Assess เป็นการระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องการใช้ในการแก้ปัญห
- 3) Plan เป็นการวางแผนดำเนินการแก้ปัญห
- 4) Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง และ
- 5) Communicate เป็นการนำผลจากการดำเนินการมาสรุป และนำเสนอต่อผู้อื่น อาจจะเป็นการเขียนรายงาน หรือพูดนำเสนอ DAPIC เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน เหมาะกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว

ผู้แก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ ได้แสดงให้เห็นว่า วิธีการที่พวกเขาใช้มักจะไม่เป็นวิธีการแบบเส้นตรง แต่จะเป็นวิธีการที่มีความยืดหยุ่นมากกว่า (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 42; Center for Mathematics, Science, and Technology, 1998, p. 11) ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC นั้นมีความเป็นพลวัต ที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด การวางแผนทำงานอย่างเป็นระบบของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ (2555) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การจัดการศึกษาปัจจุบันนักเรียนแต่ละคนพยายามเรียนให้ได้ดีกว่าคนอื่น เพื่อให้ได้คะแนนดี แต่ละคนต่างรับผิดชอบดูแลตนเองให้เกิดการเรียนรู้ ไม่ยุ่งเกี่ยวกับผู้อื่น ซึ่งอาจมีผลทำให้นักเรียนเคยชินต่อการแข่งขันเพื่อแข่งขันผลประโยชน์มากกว่าการร่วมมือกันแก้ปัญหา สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่โรงเรียนของผู้วิจัย ซึ่งนักเรียนที่เรียนเก่ง มีผลการเรียนดี มักจับกลุ่มทำงานร่วมกัน โดยไม่สนใจนักเรียนที่เรียนอ่อน โดยให้เหตุผลว่านักเรียนที่เรียนอ่อนต้องใช้การอธิบายเพื่อสร้างความเข้าใจมากกว่าเพื่อนที่เรียนดี นอกจากนี้ยังทำงานช้า ไม่มีความรับผิดชอบ จึงไม่ชอบจับกลุ่มหรือทำงานร่วมกับนักเรียนที่เรียนอ่อน เราจึงจำเป็นต้องหันมาส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี รวมทั้งได้เรียนรู้ทักษะทางสังคมและการทำงานร่วมกับผู้อื่นซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิต (ทิสนา แจมมณี, 2558, หน้า 99; บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2555, หน้า 38) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเตรียมผู้เรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ มีความสามารถในการเรียนแตกต่างกัน สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีเป้าหมายการทำงานร่วมกันเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 182; ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 98) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (Student team achievement division หรือ STAD) เป็นหนึ่งในเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยที่แต่ละคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และความสำเร็จของกลุ่มอย่างแท้จริง นักเรียนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือนักเรียนที่อ่อนกว่า นักเรียนที่อ่อนกว่าก็จะมีความพยายามมากขึ้น เพราะความสำเร็จของบุคคล ถือเป็นความสำเร็จของกลุ่มด้วย นอกจากนี้ยังมีการทดสอบย่อยระหว่างเรียนเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหาของผู้เรียนแต่ละคน แล้วนำคะแนนที่ได้มาคิดหาคะแนนพัฒนาการของกลุ่ม และกล่าวยกย่องชมเชยแก่กลุ่มที่มีคะแนน

พัฒนาการสูงขึ้น และมีความมุ่งมั่นพยายาม ซึ่งข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) เป็นหนึ่งในเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกันได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ มีการช่วยเหลือกันเรียนรู้ที่จะบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น (ทิตานา แจมมณี, 2551, หน้า 103) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของลิจิต สุเมธานุสรณ์ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสมการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาสมการ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่มอยู่ในระดับมาก

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และสามารถใช้ได้กับทุกเนื้อหา โดยผู้วิจัยได้สอดแทรกแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ที่มีความยืดหยุ่น และ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ในการจัดการเรียนรู้ เพราะผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีมักมีประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจที่ดีพอ (อัมพร ม้าคอง, 2553, หน้า 39) ให้นักเรียนที่เรียนเก่งได้ช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC น่าจะใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนและผู้ที่สนใจในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ่อวิทยาการอำเภอขลุ้ง จังหวัดจันทบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 13 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC

2.2 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

2.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

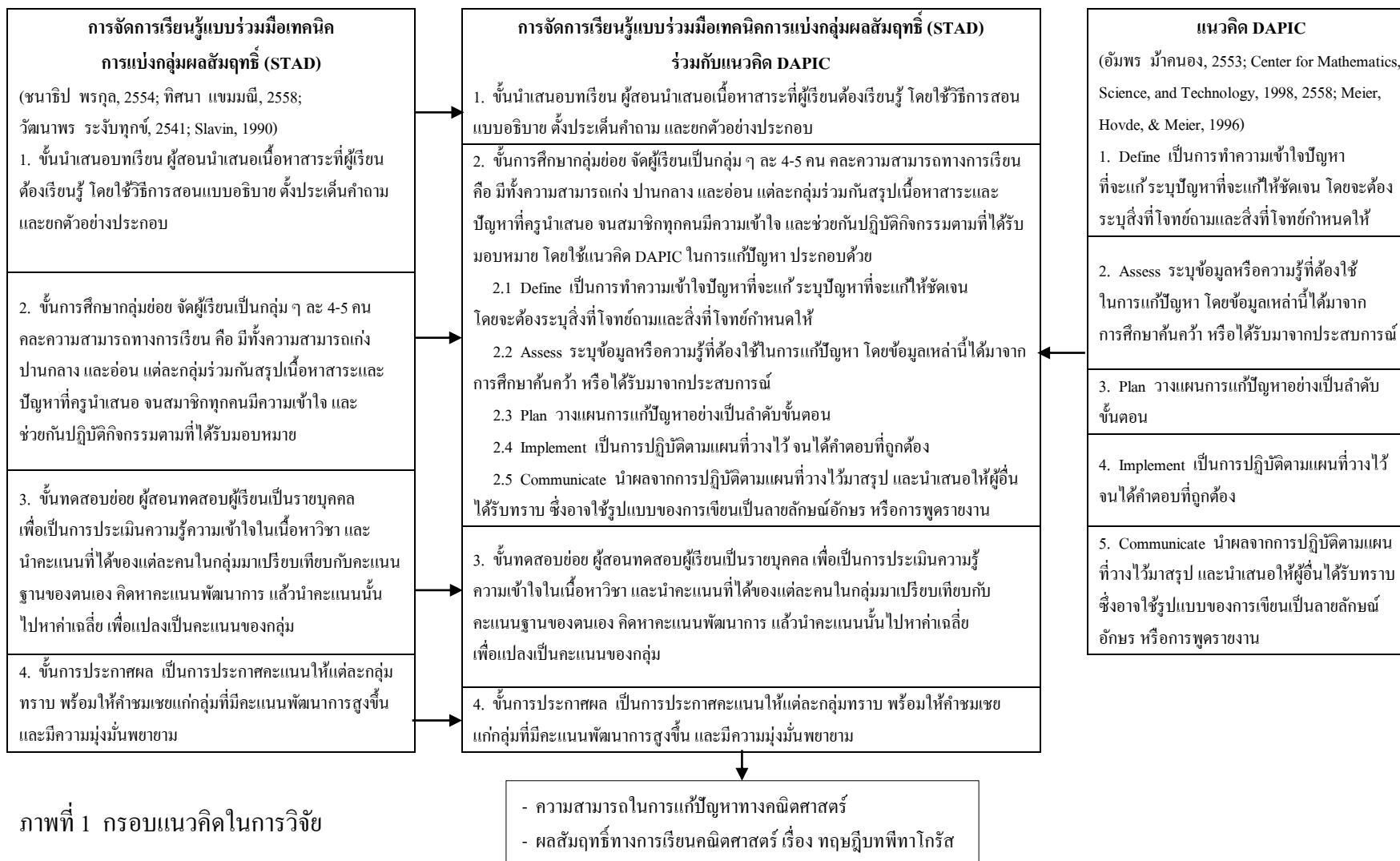
ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ใช้เวลาในการวิจัยทั้งสิ้น 14 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเป็น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 12 คาบ การทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คาบ และการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 1 คาบ

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งประกอบด้วย

- | | |
|---|-------------|
| 4.1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก | จำนวน 2 คาบ |
| 4.2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส | จำนวน 4 คาบ |
| 4.3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส | จำนวน 3 คาบ |
| 4.4 การนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ | จำนวน 3 คาบ |

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละ 4-5 คน โดยสมาชิกของกลุ่มมีความสามารถทางการเรียนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำคละกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมร่วมกันตามที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จตามเป้าหมาย หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบความรู้เป็นรายบุคคล และนำคะแนนที่ได้มาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอบทเรียน ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบอธิบาย ตั้งประเด็นคำถาม และยกตัวอย่างประกอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน คณะความสามารถทางการเรียน คือ มีทั้งความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน แต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระและปัญหาที่ครูนำเสนอ จนสมาชิกทุกคนมีความเข้าใจ และช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย ผู้สอนทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อเป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา และนำคะแนนที่ได้ของแต่ละคนในกลุ่มมาเปรียบเทียบกับคะแนนฐานของตนเอง คิดหาคะแนนพัฒนาการ แล้วนำคะแนนนั้น ไปหาค่าเฉลี่ย เพื่อแปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นการประกาศผล เป็นการประกาศคะแนนให้แต่ละกลุ่มทราบ พร้อมให้คำชมเชยแก่กลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้น และมีความมุ่งมั่นพยายาม

2. แนวคิด DAPIC หมายถึง แนวคิดการแก้ปัญหาที่พัฒนาโดยทีมงานออกแบบหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IMaST) แห่งมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน ซึ่งมีขั้นที่สำคัญ ดังนี้

Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

Assess ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา โดยข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้รับมาจากประสบการณ์

Plan วางแผนการแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน

3. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่นำแนวคิด DAPIC มาสอดแทรกอยู่ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอบทเรียน ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบอธิบาย ตั้งประเด็นคำถาม และยกตัวอย่างประกอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน คละความสามารถทางการเรียน คือ มีทั้งความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน แต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระและปัญหาที่ครูนำเสนอ จนสมาชิกทุกคนมีความเข้าใจในเนื้อหา และช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย โดยใช้แนวคิด DAPIC ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

Assess ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา โดยข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้รับมาจากประสบการณ์

Plan วางแผนการแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย ผู้สอนทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อเป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา และนำคะแนนที่ได้ของแต่ละคนในกลุ่มมาเปรียบเทียบกับคะแนนฐานของตนเอง คิดหาคะแนนพัฒนาการ แล้วนำคะแนนนั้นไปหาค่าเฉลี่ย เพื่อแปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นการประกาศผล เป็นการประกาศคะแนนให้แต่ละกลุ่มทราบ พร้อมให้คำชมเชยแก่กลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้น และมีความมุ่งมั่นพยายาม

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำประสบการณ์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้อย่างเป็นขั้นตอนหรือมีกระบวนการ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งวัดได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมุ่งวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด DAPIC เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถทางสติปัญญา ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมระดับพฤติกรรมทางด้านความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สามารถวัดได้จากคะแนนของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

6. เกณฑ์ หมายถึง การตัดสินผลความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้กำหนดเกณฑ์การผ่าน คือ ร้อยละ 70 ซึ่งอยู่ในระดับดี โดยเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดในแนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัย ได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 คุณภาพผู้เรียน
 - 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)
 - 2.1 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 2.2 เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 2.3 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)
 - 2.4 องค์ประกอบพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)
 - 2.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)
 - 2.6 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)
 - 2.7 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)
3. แนวคิด DAPIC
 - 3.1 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC
 - 3.1.1 กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา
 - 3.1.2 การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1.3 วงจรแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวส์รัท
 - 3.2 หลักการของแนวคิด DAPIC

4. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.3 ความหมายของการแก้ปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.5 การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 5.6 การวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 6.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 6.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56) โดยกำหนดคุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1. คุณภาพผู้เรียน

เมื่อนักเรียนจบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนควรจะสามารถดังนี้

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 60-61)

1.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

1.2 สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน และสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

1.3 มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการ และความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

1.4 สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

1.5 สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

1.6 สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

1.7 เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

1.8 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

1.9 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผล

ประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นั้นสรุปได้ว่า หลังจากการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสจบแล้ว ผู้เรียนควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำทฤษฎีบทไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

2. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 56-91) ได้กำหนดสาระหลักที่จำเป็นและ มาตรฐานการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

สาระที่ 2 การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัด ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 3 เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

สาระที่ 4 พีชคณิต แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

โดยแต่ละสาระประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่	มาตรฐานการเรียนรู้
1. จำนวนและการดำเนินการ	<p>มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง</p> <p>มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา</p> <p>มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา</p> <p>มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้</p>
2. การวัด	<p>มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด</p> <p>มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด</p>
3. เรขาคณิต	<p>มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ</p> <p>มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา</p>
4. พีชคณิต	<p>มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน</p> <p>มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา</p>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สาระที่	มาตรฐานการเรียนรู้
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและ ความน่าจะเป็น	มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา
6. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีทั้งหมด 6 สาระ 14 มาตรฐาน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้เน้นการพัฒนาผู้เรียนในสาระที่ 3 เรขาคณิต มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (Visualization) ให้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทั้งสิ้น 27 ตัวชี้วัด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) ซึ่งเนื้อหาเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ตรงกับสาระที่ 3 มาตรฐาน ค 3.2 และสาระที่ 6 มาตรฐาน ค 6.1 ซึ่งมีรายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ค 3.2 ใช้การนิกรภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา	1. ใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา	1. ด้านและมุมคู่ที่มีขนาดเท่ากันของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากัน ทุกประการ 2. รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่มีความสัมพันธ์กันแบบด้าน-ด้าน-ด้าน มุม-ด้าน-มุม ด้าน-ด้าน-ด้าน และ มุม-มุม-ด้าน 3. สมบัติของเส้นขนาน 4. การใช้สมบัติเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและสมบัติของเส้นขนานในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับ	2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา	1. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับ และ การนำไปใช้
ปริภูมิ (Spatial reasoning) และ ใช้แบบจำลอง ทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา	3. เข้าใจเกี่ยวกับการแปลง ทางเรขาคณิต ในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน และการหมุน และ การนำไปใช้ 4. บอกภาพที่เกิดขึ้นจาก การเลื่อนขนาน การสะท้อนและ การหมุนรูปต้นแบบ และอธิบายวิธี ที่จะได้ภาพที่ปรากฏเมื่อกำหนด รูปต้นแบบและภาพนั้นให้	1. การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำไปใช้
ค 6.1 มีความสามารถ ในการแก้ปัญหา การให้ เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และ การนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น ๆ และ มีความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม 3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน	-

ตารางที่ 2 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ค 6.1 มีความสามารถ ในการแก้ปัญหา การให้ เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และ การนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น ๆ และ มีความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์	5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ 6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	-

เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ตรงกับสาระที่ 3 เรขาคณิต ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐาน ค 3.2 และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีมาตรฐานการเรียนรู้ที่สอดคล้อง คือ มาตรฐาน ค 6.1 มีตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ค 3.2 ม.2/2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา

ค 6.1 ม.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเตรียมผู้เรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ มีความสามารถในการเรียนแตกต่างกัน สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีเป้าหมาย

การทำงานร่วมกันเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม เพราะความสำเร็จของกลุ่ม คือ ความสำเร็จของทุกคน (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 182; ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 98)

1. องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือไม่ได้มีความหมายเพียงว่า มีการจัดให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มแล้วให้งาน และบอกผู้เรียนให้ช่วยกันทำงานเท่านั้น การเรียนรู้จะเป็นแบบร่วมมือได้ ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการดังนี้ (Johnson & Johnson, 1994, pp. 31-37)

1. การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (Positive interdependence) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีความตระหนักว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญ และความสำเร็จของกลุ่มขึ้นกับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ในขณะที่เดียวกันสมาชิกแต่ละคนจะประสบความสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จ ความสำเร็จของบุคคลและของกลุ่มขึ้นอยู่กับกันและกัน ดังนั้นแต่ละคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตนและในขณะที่เดียวกันก็ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่น ๆ ด้วย เพื่อประโยชน์ร่วมกัน การจัดกลุ่มเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกันนี้ทำได้หลายทาง เช่น การให้ผู้เรียนมีเป้าหมายเดียวกัน หรือให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการทำงาน/ การเรียนรู้ร่วมกัน (Positive goal interdependence) การให้รางวัลตามผลงานของกลุ่ม (Positive reward interdependence) การให้งานหรือวัสดุที่ทุกคนต้องทำหรือใช้ร่วมกัน (Positive resource interdependence) การมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกันให้แต่ละคน (Positive role interdependence)

2. การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด (Face to face promotive interaction) การที่สมาชิกในกลุ่มมีการพึ่งพาช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันในทางที่จะช่วยให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มจะห่วงใย ใ้วางใจ ส่งเสริม และช่วยเหลือกันและกันในการทำงานต่าง ๆ ร่วมกัน ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

3. ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (Individual accountability) สมาชิกในกลุ่มการเรียนรู้ทุกคนจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ และพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ไม่มีใครที่จะได้รับประโยชน์โดยไม่ทำหน้าที่ของตน ดังนั้นกลุ่มจึงจำเป็นต้องมีระบบการตรวจสอบผลงาน ทั้งที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม วิธีการที่สามารถส่งเสริมให้ทุกคนได้ทำหน้าที่ของตนอย่างเต็มที่ที่มีหลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มให้เล็ก เพื่อจะได้มีการเอาใจใส่กันและกันได้อย่างทั่วถึง การทดสอบเป็นรายบุคคล การสุ่มเรียกชื่อให้รายงาน ครูสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในกลุ่ม การจัดให้กลุ่มมีผู้สังเกตการณ์ การให้ผู้เรียนสอนกันและกัน เป็นต้น

4. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย

(Interpersonal and small group skills) การเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จได้ ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญหลายประการ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการแก้ปัญหาข้อขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพ ยอมรับ และไว้วางใจกันและกัน ซึ่งครูควรสอนและฝึกให้แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้ดำเนินงานไปได้

5. การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group processing) กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานของกลุ่ม เพื่อช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้และปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มครอบคลุมการวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการทำงานของกลุ่ม พฤติกรรมของสมาชิกกลุ่มและผลงานของกลุ่ม การวิเคราะห์การเรียนรู้นี้อาจทำโดยครูหรือผู้เรียน หรือทั้งสองฝ่าย การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มนี้เป็นยุทธวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้กลุ่มตั้งใจทำงาน เพราะรู้ว่าจะได้รับข้อมูลป้อนกลับ และช่วยฝึกทักษะการรู้คิด (Metacognition) คือความสามารถที่จะประเมินการคิดและพฤติกรรมของคนที่ได้ทำไป

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 5-8) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนแบบร่วมมือไว้ 5 ประการ ดังนี้คือ

1. การพึ่งพากันทางบวก (Positive interdependence) ผู้เรียนรับรู้ว่าต้องแบ่งปันช่วยเหลือ รับผิดชอบทำงานร่วมกัน ไม่มีใครประสบความสำเร็จ ถ้าคนอื่นในกลุ่มไม่สำเร็จด้วยงานที่ครูสั่งให้ทำต้องใช้ทักษะของคนทั้งกลุ่ม และทุกคนต้องมีบทบาทในการทำงานให้สำเร็จ

2. การปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า (Face to face interaction) ผู้เรียนนั่งเป็นกลุ่มหันหน้าเข้าหากัน มีโอกาสพัฒนาทักษะการสื่อสาร ได้ปรึกษาอธิบายกันฟัง ตัดสินใจแก้ปัญหาและทำงานให้บรรลุเป้าหมาย

3. ความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของทุกคน (Individual accountability) ทุกคนต้องมีความรับผิดชอบต่อกลุ่มด้วยการรับผิดชอบการเรียนรู้ของตน และช่วยผู้อื่น แต่ละคนต้องแสดงความสามารถในการทำงานและแสดงความรู้ในการทดสอบ

4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Interpersonal skills) ผู้เรียนต้องใช้ทักษะการฟัง การพูดอย่างมีประสิทธิภาพ เรียนรู้ที่จะจัดการความขัดแย้ง และยืนยันความถูกต้อง เรียนรู้คุณค่าของความคิดที่แตกต่าง

5. กระบวนการกลุ่ม (Group processing) ให้ผู้เรียนอธิบายวิธีทำงานให้ประสบความสำเร็จ การรักษาความสัมพันธ์อันดีในกลุ่ม และประเมินความก้าวหน้า

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีด้วยกัน 5 ประการ คือ การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ทักษะการทำงานกลุ่ม และกระบวนการของกลุ่ม จึงจะช่วยให้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีความสมบูรณ์ ประสบผลสำเร็จทั้งทางด้านความรู้และทักษะทางสังคมที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

2. เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีด้วยกันหลากหลายเทคนิค ได้มีนักการศึกษาและนักคิด หลายคนที่ได้คิดค้นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีรูปแบบ ลักษณะ หรือขั้นตอนแตกต่างกัน ออกไป เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ

Johnson and Johnson (1994, pp. 112-113) กล่าวถึงเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ดังนี้

1. Three step interview ผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานเป็นคู่ โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - ผู้เรียนคนที่ 1 จับคู่สัมภาษณ์ ผู้เรียนคนที่ 2
 - ผู้เรียนคนที่ 2 จับคู่สัมภาษณ์ ผู้เรียนคนที่ 1
 - ผู้เรียนทั้งสองคนแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมกัน

ซึ่งรูปแบบนี้สามารถทำได้ตั้งแต่ผู้เรียนสองคนขึ้นไป ไปจนถึงผู้เรียนสี่คนหรือสองคู่ นั้นเอง

2. Group investigation ผู้เรียนจับกลุ่มแบบร่วมมือแล้วเลือกหัวข้อที่สนใจ สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันวางแผนในการศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวกับหัวข้อที่พวกเขาเลือก จากนั้นจึงแบ่งกันทำงานกันทั้งกลุ่ม ซึ่งแต่ละคนต้องนำงานค้นคว้ามาสังเคราะห์และสรุปรวมกัน แล้วนำเสนอ งานหน้าชั้นเรียน

3. Co-op Co-op รูปแบบนี้ ผู้เรียนจะได้รับมอบหมายให้ทำงานที่แตกต่างร่วมกัน แต่ละกลุ่มจะได้รับมอบหมายงานเพียงส่วนหนึ่งของหน่วยการเรียนรู้ และแต่ละสมาชิกของกลุ่มจะได้รับมอบหมายหัวข้อย่อยของงานให้ทำเป็นรายบุคคลให้เสร็จสมบูรณ์ และนำเสนอรวมกันเป็นงานกลุ่ม หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มนำงานหรือหัวข้อย่อย ๆ มาสังเคราะห์ร่วมกัน เพื่อนำเสนอเป็นงานของ ชั้นเรียน

4. Jigsaw ผู้เรียนได้รับมอบหมายงานให้ทำร่วมกัน แต่ละกลุ่มจะได้รับมอบหมายงาน หัวข้อที่เหมือนกัน และสมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะได้รับหัวข้อที่ต้องไปเรียนรู้ต่างกัน หลังจากนั้น นำความรู้ที่ได้มาสอนเพื่อนสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่ม แล้วนำเสนอสรุปเป็นผลงานของกลุ่ม

5. Teams games tournament หรือ TGT เริ่มต้น โดยมีครูเป็นผู้สอนบทเรียน จากนั้นผู้เรียนจับกลุ่มแบบร่วมมือมีสมาชิก 4-5 คน โดยคละความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อช่วยกันทำงานจากบทเรียนที่ครูกำหนด จากนั้นผู้เรียนเตรียมสมาชิกให้พร้อมสำหรับการแข่งขันตอบคำถาม โดยมีการปรับเปลี่ยนผู้แข่งขันในแต่ละสัปดาห์ เพื่อให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับเดียวกันได้มาแข่งขันกัน เมื่อจบการแข่งขันกลุ่มใดที่มีคะแนนรวมสูงสุดครูจะประกาศกลุ่มที่ทำคะแนนได้สูงสุด ส่วนการประเมินผลการเรียนนั้นให้คะแนนจากทักษะความสามารถเป็นรายบุคคล

6. Student teams achievement divisions หรือ STAD เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ TGT ที่มีรูปแบบคล้ายกัน แทนที่จะเล่นเกมแข่งขันกัน ก็เปลี่ยนมาเป็นการทดสอบรายสัปดาห์ โดยผลรวมคะแนนของกลุ่มก็มาจากคะแนนทดสอบของสมาชิกแต่ละคน

7. Team assisted individualization หรือ TAI เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นการเรียนรายบุคคลมากกว่าลักษณะกลุ่ม เหมาะสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 สมาชิกกลุ่มมี 4-6 คน แต่สมาชิกกลุ่มจะไม่ได้ทำงานร่วมกัน แต่ละคนใช้ความสามารถในการเรียนเป็นรายบุคคล สมาชิกช่วยเหลือกันและตรวจสอบคำตอบของเพื่อนในกลุ่ม คะแนนจากการทดสอบจะรวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

8. Cooperative integrated reading and composition หรือ CIRC เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ผสมผสานพัฒนาขึ้นมาเพื่อสอนการอ่าน (Reading) การเขียน (Writing) การสะกด (Spelling) และกลศาสตร์ภาษา (Language mechanics) โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 8-15 คน โดยกลุ่มหนึ่งมุ่งเน้นไปที่การอ่านออกเสียงและการแปลความหมาย ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งมุ่งเน้นไปที่การแปลความหมายและการสรุปความ โดยนักเรียนจะได้รับมอบหมายให้อ่านร่วมกันเป็นคู่ ๆ ในกลุ่มการอ่านของตนเอง จากนั้นจะไปจับคู่ร่วมกับกลุ่มอื่น ซึ่งรวมเป็น 4 คน โดยช่วยกันทำให้งานของกลุ่มเสร็จสมบูรณ์อย่างน้อย 1 คู่ หรือทั้งกลุ่ม คะแนนของนักเรียนแต่ละคนจากการตอบคำถาม การแต่งประโยค และการเขียนรายงานจะถูกนำมารวมเป็นคะแนนของกลุ่ม

นอกจากนี้ กรมวิชาการ (2544, หน้า 8-23) ได้ระบุถึงเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ดังนี้

1. คิดและคุยกัน (Think pair share) เพื่อนเรียน (Partners) และผลัดกันพูด (Say and switch) ทั้ง 3 รูปแบบเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่คล้ายคลึงกันคือ ให้นักเรียนจับคู่กัน

ในการตอบคำถาม อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นสถานการณ์ หรือ ทำความเข้าใจในเนื้อหาที่เป็นความคิดรวบยอดที่กำหนดให้ นอกจากนี้รูปแบบคิดและคุยกัน นักเรียนจะได้มีโอกาสคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อนเกี่ยวกับคำถาม ประเด็น หรือสถานการณ์ ที่กำหนดให้ ส่วนรูปแบบเพื่อนเรียน จะเปิดโอกาสให้นักเรียนขอคำแนะนำหรืออธิบายจากเพื่อน คู่อื่นที่มีความเข้าใจในเรื่องที่กำหนดให้แจ่มแจ้งก่อน แล้วจึงตอบคำถาม อภิปราย หรือแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกับคู่ของตนเอง ทั้งรูปแบบคิดและคุยกัน และเพื่อนเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียน นำสาระสำคัญที่ได้รับรู้มา ไปเล่าให้เพื่อนคู่อื่นฟังสัก 2-3 คู่ หรือครูผู้สอนอาจสุ่มเรียกนักเรียน ต้องผลัดกันตอบคำถามหรือประเด็นต่าง ๆ ภายในการดำเนินกิจกรรมและในช่วงนี้เอง ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอแนวคิดหรือประเด็นใหม่เพื่อการอภิปรายในหัวข้อต่อไป

2. กิจกรรมโต๊ะกลม (Roundtable หรือ Roundrobin) เป็นรูปแบบการสอนที่จัดกลุ่ม นักเรียนที่มีจำนวนมากกว่า 2 คนขึ้นไป และเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มเขียนความคิดเห็น ของตน เล่าประสบการณ์ ความรู้ สิ่งทีตนกำลังศึกษาด้วยดินสอสีหรือปากกาสีลงบนกระดาษ แล้ว เขียนให้เพื่อนคนถัดไปโดยเวียนไปด้านใดด้านหนึ่ง สมาชิกทุกคนจะใช้เวลาเท่า ๆ กันหรือ ใกล้เคียง ซึ่งรูปแบบดังกล่าวเรียกว่า Roundtable หรืออาจดัดแปลงรูปแบบการสอนดังกล่าว จากการเขียนมาเป็นการพูดแทน โดยให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเล่าเรื่องประสบการณ์ ความรู้ สิ่งทีตนศึกษา แสดงความคิดเห็น หรือเรื่องอื่น ๆ ที่กำหนด โดยเวียนไปทางด้านใดด้านหนึ่งจนครบ ทุกคน ซึ่งรูปแบบดังกล่าวเรียกว่า Roundrobin

3. คู่ตรวจสอบ (Pairs check) มุมสนทนา (Corners) ร่วมกันคิด (Numbered heads together) เป็นรูปแบบการสอนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันคือ เป็นการจัดกิจกรรมการสอนที่แบ่ง นักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ กลุ่มละ 2-6 คน โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มต้องคละเพศและความสามารถ ให้ช่วยกันตอบคำถาม แก้โจทย์ปัญหาหรือทำแบบฝึกหัด เมื่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มย่อยสามารถ ตอบปัญหาหรือแก้โจทย์ปัญหาได้แล้ว ก็เปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนหรือตรวจสอบคำตอบ กับนักเรียนในกลุ่มอื่น หรือครูผู้สอนอาจสุ่มเรียกนักเรียนให้ตอบ อย่างไรก็ตามทั้ง 3 รูปแบบ ก็มี ข้อแตกต่างกัน คือ คู่ตรวจสอบส่วนใหญ่เน้นให้สมาชิกจับคู่กันทำงาน แก้ปัญหา หรือแก้โจทย์ ทางคณิตศาสตร์ โดยที่นักเรียนคนหนึ่งเป็นผู้แก้ปัญหา และอีกคนหนึ่งมีหน้าที่เสนอแนะวิธีการ แก้ปัญหา เมื่อเสร็จสิ้นปัญหา 1 ข้อ จากนั้นสลับหน้าที่กัน ในขณะที่มุมสนทนาเน้นวิธีการจัดกลุ่ม นักเรียน โดยให้นักเรียนไปนั่งมุมต่าง ๆ ของห้องเรียน ส่วนรูปแบบร่วมกันคิด ใช้กับการทบทวน หรือตรวจสอบความเข้าใจ นอกจากนี้ทั้ง 3 รูปแบบอาจมีขั้นตอนเพิ่มขึ้น คือ หลังจากทีครูเรียก นักเรียนคนใดคนหนึ่งตอบแล้ว นักเรียนในกลุ่มอื่นสามารถยกมือแสดงการสนับสนุนหรือ

คิดคำตอบนั้นได้ ในกรณีที่ที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ครูผู้สอนอาจให้นักเรียนกลุ่มอื่นช่วยตอบ หรือถ้าคำถามนั้นไม่สมบูรณ์ ครูผู้สอนให้นักเรียนคนอื่นช่วยเสริมได้

4. การสัมภาษณ์แบบสามขั้นตอน (Three step interview) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบนี้มีสามขั้นตอน และเหมาะสำหรับกลุ่มย่อยที่มีสมาชิกจำนวน 3-4 คน โดยมีครูกำหนดคำถามหรือประเด็นโจทย์ปัญหาให้นักเรียนตอบ มีหลักการดังนี้

4.1 นักเรียนจับคู่กัน คนที่ 1 เป็นผู้สัมภาษณ์โดยถามคำถามที่ครูตั้ง นักเรียนคนที่ 2 เป็นผู้ตอบ

4.2 นักเรียนสลับบทบาทกัน จากผู้ถามเป็นผู้ตอบ และจากผู้ตอบเป็นผู้ถาม

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อย ผลัดกันเล่าสิ่งที่ตนรู้จากคู่ของตนให้กลุ่มทราบ

5. การแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม (Team games tournament หรือ TGT) และการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (Student team achievement division หรือ STAD) เป็นรูปแบบการสอนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคล้ายคลึงกัน แต่ทั้ง 2 รูปแบบจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ในการดำเนินกิจกรรมของทั้ง 2 รูปแบบ มีดังนี้

5.1 การนำเสนอบทเรียน (Class presentation) นำเสนอความคิดรวบยอดใหม่ ๆ หรือบทเรียนใหม่ โดยการบรรยายจากครูผู้สอนหรืออภิปรายโดยใช้สื่อวีดิทัศน์และสื่ออื่น ๆ ในการนำเสนอความคิดรวบยอดหรือบทเรียน

5.2 การจัดทีม (Team) จัดนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละประมาณ 4-5 คน โดยสมาชิกของกลุ่มจะต้องมีเพศและความสามารถคละกัน เพื่อร่วมกันศึกษาเนื้อหาและปฏิบัติกิจกรรมตามกติกาของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เช่น เป็นผู้อ่าน เป็นผู้หาคำตอบ เป็นผู้สนับสนุน เป็นผู้จัดบันทึก เป็นต้น สมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องช่วยเหลือกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และสมาชิกทุกคนจะต้องพยายามทำให้ดีที่สุด เพื่อความสำเร็จร่วมกันของทีม เพื่อความสัมพันธ์อันดีต่อกัน เพื่อความภาคภูมิใจและเพื่อให้ได้การยอมรับ

5.3 การแข่งขัน/ การทดสอบ ในขณะที่รูปแบบ TGT ใช้การแข่งขัน รูปแบบ STAD จะใช้การทดสอบย่อยเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนแล้ว

5.4 การยอมรับความสำเร็จของทีม (Team recognition) ทั้งรูปแบบ TGT และรูปแบบ STAD เมื่อเสร็จสิ้นการแข่งขันหรือการทดสอบ จะนำคะแนนของแต่ละกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนของทีม และหากค่าเฉลี่ย ทีมที่มีคะแนนหรือค่าเฉลี่ยสูงที่สุด จะได้รับการยอมรับให้เป็นทีมชนะเลิศ และมีการประกาศผลการแข่งขันหรือคะแนนทดสอบเป็นสาธารณะ เช่น ดิบบอร์ด ในชั้นเรียน บอร์ดของโรงเรียน หนังสือพิมพ์หรือวารสารของโรงเรียน และควรบันทึกสถิติไว้ด้วย

6. ปริศนาความรู้ (Jigsaw) เป็นการจัดกิจกรรมการสอนที่แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ทุกกลุ่มจะได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมเดียวกัน โดยครูผู้สอนแบ่งเนื้อหาของเรื่องที่จะเรียนออกเป็นหัวข้อย่อยเท่าจำนวนสมาชิกแต่ละกลุ่ม และมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นคว้าคั่นหัวข้อ โดยนักเรียนแต่ละคนจะเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องที่ตนได้รับมอบหมายจากกลุ่ม สมาชิกต่างกลุ่มที่ได้รับมอบหมายในหัวข้อเดียวกันจะร่วมกันศึกษา จากนั้นแต่ละคนจะกลับเข้ากลุ่มเดิมของตนเองเพื่ออธิบายหัวข้อที่ตนศึกษาให้เพื่อร่วมกลุ่มฟัง เพื่อให้เพื่อนทั้งกลุ่มได้รู้เนื้อหาครบทุกหัวข้อ

7. การสืบสอบเป็นกลุ่ม (Group investigation) เป็นการเรียนการสอนที่เน้นบรรยากาศการทำงานร่วมกัน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และการเรียนรู้ที่จะดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมประชาธิปไตยได้อย่างเหมาะสม ในการสอนแบบสืบสอบเป็นกลุ่ม ครูผู้สอนจะแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 5 คน หรือน้อยกว่านี้ แต่ละกลุ่มจะวางแผนกันเองว่าจะศึกษาหัวข้อเรื่องอะไร และจะศึกษาอย่างไร สมาชิกแต่ละคนหรือสมาชิกแต่ละคู่ในกลุ่ม จะเลือกหัวข้อย่อยและเลือกวิธีการแสวงหาคำตอบในเรื่องนั้น ๆ ด้วยตนเอง หลังจากนั้นสมาชิกแต่ละคนหรือแต่ละคู่จะรายงานความก้าวหน้าและผลการทำงานให้กลุ่มของตนเองทราบ กลุ่มจะอภิปรายเกี่ยวกับรายงานของสมาชิกและจัดทำรายงานของกลุ่มให้เพื่อนทั้งชั้นฟังขึ้นตอนการจัดกิจกรรม

8. การเรียนรู้เป็นกลุ่มเพื่อช่วยเหลือเพื่อนเป็นรายบุคคล (Team assisted individualization หรือ TAI) เป็นการเรียนการสอนที่ผสมผสานระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการเรียนการสอนรายบุคคลเข้าด้วยกัน เน้นการสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง ตามความสามารถ และส่งเสริมความร่วมมือภายในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ และปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้เหมาะกับทุกวิชาและทุกระดับชั้น โดยเฉพาะสำหรับวิชาคณิตศาสตร์

9. การเรียนรู้แบบร่วมมือผสมผสานการอ่านและการเขียน (Cooperative integrated reading and composition หรือ CIRP) เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ขึ้นไป เพราะการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ นักเรียนต้องมีความสามารถในการอ่านพอสมควร และสามารถตัดสินใจ เลือกหนังสืออ่านตามที่สนใจ ในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อนให้จับคู่กัน ครูผู้สอนแยกทีละกลุ่ม ขณะที่ครูสอนกลุ่มหนึ่ง ที่เหลือให้จับคู่ทำกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ เช่น ฟังอ่านออกเสียง เขียนสะกดคำ สรุปเรื่อง ตอบคำถาม

เทคนิคการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีหลายเทคนิคซึ่งแต่ละเทคนิค

จะมีวิธีการดำเนินการหลัก ๆ ซึ่งได้แก่ การจัดกลุ่ม การศึกษาเนื้อหาสาระ การทดสอบ การคิดคะแนน และระบบการให้รางวัล แตกต่างกันไป เพื่อสนองวัตถุประสงค์เฉพาะ แต่ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด ต่างก็มีวัตถุประสงค์มุ่งตรงไปในทิศทางเดียวกัน คือ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่ศึกษาอย่างมากที่สุดโดยอาศัยการร่วมมือกัน ช่วยเหลือกัน และแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน ความแตกต่างของรูปแบบแต่ละรูปแบบจะอยู่ที่เทคนิคในการศึกษาเนื้อหาสาระ และวิธีการเสริมแรงและการให้รางวัล เป็นประการสำคัญ (ทิสนา เขมมณี, 2558, หน้า 255-256)

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลากหลายเทคนิค ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (Student teams achievement divisions หรือ STAD) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มขนาดเล็ก เด็กเก่งได้ช่วยเหลือเด็กอ่อน เด็กอ่อนมีความพยายามมากขึ้น และมีการทดสอบย่อยระหว่างเรียนเพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนของผู้เรียนแต่ละคน และนำคะแนนที่ได้มาเฉลี่ยเป็นคะแนนพัฒนาการของแต่ละกลุ่ม ดังนั้น สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องร่วมมือกัน พยายามทำให้ดีที่สุด เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

3. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบ Team games tournament (TGT) (Johnson & Johnson, 1994, pp. 112-113) โดยมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ไว้ดังนี้

Slavin (1995, p. 5) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ว่า เป็นการเรียนแบบร่วมมืออีกแบบหนึ่ง โดยมีการแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-6 คน ให้สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน เรียนร่วมกัน มีทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ ก่อนเรียนทุกคนต้องมีคะแนนฐานของตนเอง ซึ่งได้จากการสอบครั้งสุดท้ายของภาคเรียนที่ผ่านมา โดยเริ่มจากผู้สอนสอนทั้งชั้นแล้วให้นักเรียนฝึกร่วมกัน สมาชิกในกลุ่มต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้เข้าใจบทเรียนที่ผู้สอนได้สอนมา และมีการสอบหลังจากเรียนเรื่องนั้นจบ นักเรียนจะทดสอบเป็นรายบุคคลไม่มีการช่วยเหลือกัน แล้วนำคะแนนสอบมาเทียบกับคะแนนฐานของแต่ละคนเป็นคะแนนพัฒนาการ

ฉันท ชาติทอง (2551, หน้า 182) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ เป็นการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม โดยการแบ่งนักเรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน กำหนดให้สมาชิกในกลุ่มเรียนรู้เนื้อหาสาระ แล้วทำการทดสอบความรู้ คะแนนที่ได้จากสมาชิกทุกคน นำมารวมเป็นคะแนนของทีม สมาชิกกลุ่มต้องกำหนดเป้าหมายร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่ม

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, หน้า 197) ได้ให้ความหมายว่า การสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD เป็นเทคนิคการสอนที่ครบวงจร ผู้เรียนเรียนรู้ได้โดยการลงมือปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน เน้นให้มีการแบ่งงานกันทำ ช่วยเหลือกันร่วมกันทำงานที่ได้รับมอบหมาย ในกลุ่มหนึ่ง ๆ ประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันในขณะเรียนสมาชิกในกลุ่มสามารถช่วยเหลือกันในการทำงานในเนื้อหานั้น ๆ แต่เมื่อจบบทเรียนจะทดสอบเป็นรายบุคคล แล้วนำคะแนนมาเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม มีการประกาศคะแนนของกลุ่ม กลุ่มใดมีคะแนนเฉลี่ยถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้จะได้รับรางวัล และเมื่อเรียนครบ 5-6 สัปดาห์แล้วผู้เรียนสามารถเปลี่ยนกลุ่มได้

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 136) ได้สังเคราะห์ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ว่าหมายถึง การเรียนรู้ที่ต้องอาศัยความร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกันของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ที่มีการร่วมกันคิดแก้ไขปัญหาที่ได้รับ ให้สำเร็จตามเป้าหมายเพื่อให้กลุ่มได้บรรลุจุดมุ่งหมายร่วมกัน

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ข้างต้น สรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละ 4-6 คน โดยสมาชิกของกลุ่มมีความสามารถทางการเรียนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำละกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมร่วมกันตามที่ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จตามเป้าหมาย หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบความรู้เป็นรายบุคคล และนำคะแนนที่ได้มาคิดเป็นคะแนนของกลุ่ม

4. องค์ประกอบพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) มีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

James (2014, pp. 302-306) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) มี 5 องค์ประกอบพื้นฐาน ดังนี้

1. รูปแบบกลุ่มการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน (Form heterogeneous learning teams)

จากรูปแบบของกลุ่มการเรียนรู้ สิ่งแรกที่ผู้สอนต้องทำคือ คำนวณระดับผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านมาของผู้เรียนทั้งชั้นเรียน และจัดอันดับนักเรียนจากผลสัมฤทธิ์นั้น วิธีที่ง่ายที่สุดในการจัดอันดับคือเฉลี่ยคะแนนประสิทธิภาพสามครั้งที่ผ่านมา เรียกค่าเฉลี่ยนี้ว่า คะแนนฐาน (Base score) ซึ่งมีความสำคัญในการใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นตัวบ่งชี้ที่เชื่อถือได้ของประสิทธิภาพการจบบทเรียน ผู้สอนเรียงลำดับผู้เรียนโดยแบ่งเป็นผู้เรียนกลุ่มสูง 25 เปอร์เซนต์ กลุ่มต่ำ 25 เปอร์เซนต์ และกลุ่มกลาง 50 เปอร์เซนต์ จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป คุณลักษณะอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของกลุ่ม เช่น การแข่งขัน เพศ ความพิการ หรือภาษา ซึ่งสังเกตเห็นได้สำหรับนักเรียนแต่ละคน การใช้ข้อมูลเหล่านี้ ผู้สอนจะแบ่งกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 4-5 คน

2. การนำเสนอเนื้อหา (Present content) ครูผู้สอนนำเสนอเนื้อหาสาระของบทเรียน โดยทั่วไปการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) มีการนำเสนอสอดคล้องกัน 3 ส่วน คือ บทนำ การพัฒนาบทเรียน และการแนะนำการปฏิบัติ การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ไม่ได้เป็นรูปแบบของการเรียนรู้ด้วยตนเอง แต่เป็นรูปแบบที่ผู้เรียนช่วยกันเรียนรู้เนื้อหาที่ได้รับจากการนำเสนอ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและชัดเจน ผู้สอนควรเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ทรัพยากร และประสบการณ์ที่ผู้เรียนต้องใช้เพื่อทำความเข้าใจกับเนื้อหาของบทเรียนและเริ่มต้นกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3. มีกลุ่มหารือและปฏิบัติ (Have teams discuss and practice) ปัจจัยที่นำไปสู่ประสิทธิภาพของกลุ่มการเรียนรู้ มีด้วยกัน 2 ปัจจัย คือ

3.1 โครงสร้างงานวิชาการ (Academic task structure) สมาชิกของกลุ่มที่มีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติ การปรึกษาหารือเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ การฝึกกราบบุคคล และการฝึกสอนเพื่อน ความพยายามของนักเรียนในการฝึกแก้ปัญหาพร้อมกันและฝึกเป็นรายบุคคล รวมทั้งการอธิบายวิธีการแก้ปัญหา การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหของแต่ละคน และร่วมแบ่งปันเกี่ยวกับธรรมชาติของปัญหา และความสัมพันธ์ของประเด็นที่คุ้นเคย

3.2 ความแตกต่าง (Heterogeneity) ผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันของระดับสติปัญญา ควรจะเป็นตัวแทนที่ดีที่จะเสริมสร้างการอภิปรายของเนื้อหา

4. การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน (Assess individual student mastery) ผู้เรียนแต่ละคนต้องแสดงให้เห็นถึงการเรียนรู้เนื้อหาของบทเรียน ในการประเมินผลรายบุคคล โดยปราศจากการช่วยจากสมาชิกคนอื่นของกลุ่มในระหว่างการทดสอบ การทดสอบครั้งสุดท้ายเป็นการใช้เครื่องมือที่เหมือนกันในการทดสอบ นั่นคือ ข้อคำถาม หรือ ข้อฝึกปฏิบัติ ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีความน่าเชื่อถือและเที่ยงตรง

5. การคำนวณคะแนนพัฒนาการและการรับรองความสำเร็จของกลุ่ม (Calculate team improvement scores and recognize team accomplishments) คะแนนของกลุ่ม คือ คะแนนพัฒนาการซึ่งได้คำนวณมาจากคะแนนของสมาชิกกลุ่มทุกคน โดยรูปแบบการคิดคำนวณคะแนนพัฒนาการที่ใช้ เป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การคิดคำนวณคะแนนพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคน

คะแนนทดสอบหลังเรียน	คะแนนพัฒนาการ
ได้คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10 คะแนน	0
ได้คะแนนต่ำกว่าหรือสูงกว่าคะแนนฐาน 0-10 คะแนน	10
ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนฐาน 11-20 คะแนน	20
ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนฐานมากกว่า 20 คะแนน	30

คะแนนพัฒนาการคำนวณสำหรับสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม และเทียบมาจากค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการถึงตามระดับที่กำหนดไว้มีสิทธิ์ได้รับรางวัลทีม (Team rewards) ตามเกณฑ์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การตัดสินระดับคะแนนพัฒนาการ

คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม	รางวัลทีม
คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยเท่ากับ 5-10 คะแนน	ทีมดี (Good team)
คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยเท่ากับ 11-20 คะแนน	ทีมดีเยี่ยม (Great team)
คะแนนพัฒนาการเฉลี่ยมากกว่า 20 คะแนน	ทีมดีเลิศ (Super team)

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 104) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ดังนี้

1. การนำเสนอบทเรียน (Class presentations) ครูเริ่มต้นด้วยการสอนวิธีต่าง ๆ โดยผู้เรียนต้องระลึกอยู่เสมอว่าต้องตั้งใจเรียนเพื่อจะได้คะแนนทดสอบดี ๆ เพราะคะแนนที่ได้รับจะเป็นคะแนนของทีมด้วย

2. ทีม/ กลุ่ม (Teams) ประกอบด้วยผู้เรียน 4-5 คน ที่ละความรู้ความสามารถ มีหน้าที่เรียนรู้อย่างเป็นระบบ ทำแบบฝึกหัด ตรวจสอบคำตอบ อภิปรายซักถามข้อสงสัย ช่วยแก้ความเข้าใจที่ผิด ขอมรับซึ่งกันและกัน มีความสัมพันธ์อันดี เตรียมการให้แต่ละคนพร้อมที่จะทำคะแนนให้ดี ในการทดสอบท้ายบทเรียน

3. การทดสอบ (Quizzes) หลังจากเรียนและฝึกในทีม 1-2 ครั้ง ครูทดสอบผู้เรียน เป็นรายบุคคล โดยไม่อนุญาตการช่วยเหลือกันระหว่างการทดสอบ

4. คะแนนความก้าวหน้ารายบุคคล (Individual improvement scores) มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนตั้งใจ ขยัน พยายามให้มากขึ้น ทุกคนมีคะแนนฐานซึ่งได้จากคะแนนเฉลี่ย คะแนนฐานของทีมสูงขึ้น ถ้าทุกคนได้คะแนนสูงจากฐานของตน

5. การรับรางวัลของทีม (Team recognition) ทีมอาจได้รับประกาศนียบัตร หรือรางวัล ถ้าได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ หรือสูงกว่าเกรดประมาณร้อยละ 20

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ สรุปได้ดังนี้

1. การจัดกลุ่มที่สมาชิกมีความสามารถแตกต่างกัน โดยให้แต่ละกลุ่มละผู้เรียนที่มีความสามารถสูง กลาง และต่ำ ในอัตราส่วน 1: 2: 1 เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่แสดงถึงบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มที่ต้องช่วยเหลือและร่วมกันเรียนรู้

2. การนำเสนอบทเรียนของผู้สอน โดยนำเสนอเนื้อหาสาระ และทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน โดยผู้สอนอาจใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การบรรยาย สาธิต อธิบาย ใช้คำถาม หรือทดลอง เป็นต้น

3. การทำงานร่วมกัน หลังจากที่ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาและจัดกลุ่มผู้เรียนแล้ว ผู้เรียนต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นการทำใบงาน แบบฝึกหัด หรือชิ้นงาน สมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องทำงานให้ดีที่สุดเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และเตรียมตัวสำหรับการทดสอบ

4. การทดสอบ หลังจากผู้เรียนในแต่ละกลุ่มทำงานเรียบร้อยแล้ว ผู้สอนจะทำการทดสอบ โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบด้วยตนเอง โดยไม่ได้รับการช่วยเหลือจากสมาชิกคนอื่นของกลุ่ม เพื่อเป็นการประเมินความรู้เนื้อหาสาระที่ได้เรียนมา ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง

5. การคำนวณคะแนนพัฒนาการและรับรางวัลทีม เป็นการคำนวณคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนในกลุ่ม แล้วนำคะแนนพัฒนาการมาหาค่าเฉลี่ย เทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นเพื่อรับรางวัล

ทีม โดยจะมอบให้กับกลุ่มที่มีคะแนนถึงตามเกณฑ์

5. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ไว้ดังนี้

Slavin (1990, pp. 56-60) ได้คิดค้นและพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยมีขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class presentation) ผู้สอนเป็นผู้นำเสนอสิ่งที่นักเรียนต้องเรียนในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งผู้สอนต้องใช้เทคนิคการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสมตามลักษณะของเนื้อหาในบทเรียน โดยใช้สื่อการเรียนการสอนประกอบคำอธิบายของผู้สอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย (Team study) ผู้สอนแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน ซึ่งลดความสามารถทางการเรียน หน้าที่กลุ่มต้องเตรียมสมาชิกในกลุ่มให้สามารถทำแบบทดสอบได้ดี กิจกรรมของกลุ่มจะอยู่ในรูปการอภิปรายหรือการแก้ปัญหาร่วมกัน กลุ่มจะต้องช่วยสมาชิกแต่ละคนของกลุ่ม ต้องดูและสอนเพื่อนร่วมกลุ่มให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมาทั้งหมด การทำงานของกลุ่มจะเน้นความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่ม การนับถือตนเอง (Self-esteem) และการยอมรับเพื่อนที่เรียนอ่อนกว่า สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ นักเรียนต้องช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มให้รู้เนื้อหาลงอ่างแท้ นักเรียนไม่สามารถศึกษาเนื้อหาจบคนเดียวโดยที่เพื่อนในกลุ่มไม่เข้าใจ ถ้าหากไม่เข้าใจควรปรึกษาเพื่อนในกลุ่มก่อนปรึกษาครู และไม่ควรถูกเสียดังรบกวนคนอื่น สมาชิกภายในกลุ่มต้องช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมตามที่ผู้สอนกำหนดและตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

ขั้นที่ 3 ขั้นการทดสอบย่อย (Test) หลังจากเรียนไปแล้ว 1-2 คาบ นักเรียนจะต้องได้รับการทดสอบ โดยผู้สอนทำการทดสอบวัดความเข้าใจประมาณ 15-20 นาที และคะแนนที่ได้จากการทดสอบจะถูกแปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม ซึ่งในการทดสอบนักเรียนทุกคนทำข้อสอบตามความสามารถของตนเอง โดยไม่มีการให้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 4 การคิดคะแนนในการพัฒนาตนเอง (Individual improvement scores) ในการทดสอบแต่ละครั้ง นักเรียนแต่ละคนจะได้คะแนนพัฒนา จากนั้นนำคะแนนของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันแล้วคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม ถ้ากลุ่มใดได้คะแนนเฉลี่ยสูงถึงเกณฑ์ที่กำหนดผู้สอนจะให้รางวัล การที่กลุ่มจะประสบความสำเร็จได้นั้นต้องขึ้นอยู่กับคะแนนของสมาชิกทุกคน การคิดคะแนนพัฒนาให้นำคะแนนแบบทดสอบของแต่ละคน ไปเปรียบเทียบกับคะแนนพื้นฐาน

แล้วคิดเทียบเป็นคะแนนพัฒนาตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนความก้าวหน้าของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะทำได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับความขยันที่เพิ่มขึ้นมากกว่าบทเรียนก่อนหรือไม่ นักเรียนทุกคนมีโอกาสได้คะแนนสูงสุด เพื่อช่วยเหลือกลุ่ม หรืออาจจะช่วยไม่ได้เลย ถ้าหากได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนฐานเกิน 10 คะแนน

ขั้นที่ 5 การประกาศกลุ่มที่ได้รับการยกย่องและยอมรับ (Team recognition) เป็นการประกาศคะแนนกลุ่มให้แต่ละกลุ่มทราบ พร้อมกับให้คำชมหรือให้ประกาศนียบัตร หรือให้คะแนนกับกลุ่มที่มีพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด และผู้สอนควรชี้แจงกับนักเรียนว่าคะแนนพัฒนาของนักเรียนแต่ละคนมีความสำคัญเท่าเทียมกันกับคะแนนที่นักเรียนแต่ละคนได้รับ

จากการทดสอบ การจัดระดับของกลุ่มเพื่อรับรางวัลเป็นกลุ่มยอดเยี่ยม กลุ่มเก่งมาก และกลุ่มเก่ง วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541, หน้า 42) กล่าวว่า ขั้นตอนกิจกรรมของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) มีดังนี้

1. ครูนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่ โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจใช้การสอนโดยตรงหรือตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปราย
2. จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ให้สมาชิกมีความสามารถละกันมีทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ
3. แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอจนเข้าใจ
4. ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบ (Quiz) เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน
5. ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มรวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม
6. กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากันให้ใช้คะแนนเฉลี่ยแทนคะแนนรวม) จะได้รับคำชมเชย โดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ดหรือป้ายของห้องเรียน

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 104) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ดังนี้

1. ขั้นการสอน เวลาประมาณ 1-2 คาบ
 - 1.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน และจัดทีมละ 4 คน ครอบคลุมความสามารถ
 - 1.2 สอนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสาธิตมโนทัศน์ และทักษะ ประกอบการยกตัวอย่าง และใช้สื่อ ถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

1.3 ให้นักเรียนทบทวน เตรียมตัวตอบคำถาม สุ่มถามคำถาม และให้ข้อมูลย้อนกลับ

2. ขั้นการศึกษาของทีม เวลาประมาณ 1-2 คาบ

2.1 ให้ทีมจัดเก้าอี้เป็นกลุ่ม และตั้งชื่อทีม

2.2 บอกกฎเกณฑ์การทำงานกลุ่ม

2.3 แจกคำถามและคำตอบ ทีมละ 2 ชุด

2.4 แนะนำให้นักเรียนจับคู่กันถาม และตอบ ถ้าใครตอบไม่ได้ ทีมต้องช่วยกัน

อธิบาย ทีมต้องแน่ใจว่าตอบได้คะแนน 100

ขณะนักเรียนศึกษาเป็นทีม ผู้สอนเดิน ไปนั่งใกล้ ๆ ทีม เพื่อสังเกตการทำงานและให้กำลังใจ

3. ขั้นการทดสอบ เวลาประมาณ 1/2 คาบ

3.1 จัดเก้าอี้เรียงเป็นแถว ทดสอบเป็นรายบุคคล

3.2 ตรวจสอบและให้คะแนนทีมก่อนการสอบครั้งต่อไป

4. ขั้นการรับรางวัลของทีม เริ่มต้นบทเรียนแจ้งคะแนนความก้าวหน้า และคะแนนทีม ทิศนา แจมมณี (2558, หน้า 266-267) กล่าวว่ากระบวนการดำเนินการตามการจัด การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) มีดังนี้

1. จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (Home group)

2. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา ได้รับเนื้อหาสาระ และศึกษาเนื้อหาสาระนั้นร่วมกัน เนื้อหาสาระนั้นอาจมีหลายตอน ซึ่งผู้เรียนอาจต้องทำแบบทดสอบในแต่ละตอน และเก็บคะแนนของตนไว้

3. ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบครั้งสุดท้าย ซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอดและนำคะแนนของตนไปหาคะแนนพัฒนาการ (Improvement score) ซึ่งหาได้ดังนี้

คะแนนพื้นฐาน: ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบย่อยหลาย ๆ ครั้ง que ผู้เรียนแต่ละคนทำได้

คะแนนที่ได้: ได้จากการนำคะแนนทดสอบครั้งสุดท้ายลบคะแนนพื้นฐาน

คะแนนพัฒนาการ: ถ้าคะแนนที่ได้คือ

-11 ขึ้นไป คะแนนพัฒนาการ = 0

-1 ถึง -10 คะแนนพัฒนาการ = 10

+1 ถึง +10 คะแนนพัฒนาการ = 20

+11 ขึ้นไป คะแนนพัฒนาการ = 30

4. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา นำคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนในกลุ่มมารวมกัน เป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนพัฒนาการของกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล
- จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค การแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)

Slavin (1990)	วัฒนาพร ระจับทุกซ์ (2541)	ชนาธิป พรกุล (2554)	ทิสนา เขมมณี (2558)	ผู้วิจัย
1. ชื่อนำเสนอบทเรียน ต่อทั้งชั้น ผู้สอนเป็น ผู้นำเสนอสิ่งที่นักเรียน ต้องเรียนในเรื่องต่าง ๆ โดยใช้เทคนิคการเรียน การสอนที่มีความเหมาะสม ตามลักษณะของเนื้อหา ในบทเรียน	1. ครุ นำเสนอประเด็นหรือ เนื้อหาใหม่ โดยอาจ นำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจ ใช้การสอนโดยตรง หรือ ตั้งประเด็นให้ผู้เรียน อภิปราย	1. ชื่นการสอน นำเข้าสู่ บทเรียน และจัดทีมละ 4 คน ลดความสามารถ สอนตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสาธิตมโนทัศน์ และ ทักษะ ประกอบ การยกตัวอย่าง และใช้สื่อ ถามคำถามเพื่อตรวจสอบ ความเข้าใจ	-	1. ชื่อนำเสนอบทเรียน ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาสาระ ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ โดยใช้ วิธีการสอนแบบอธิบาย ตั้งประเด็นคำถาม และ ยกตัวอย่างประกอบ

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Slavin (1990)	วัฒนาพร ระบุทุกซ์ (2541)	ชนาธิป พรกุล (2554)	ทิสนา เขมมณี (2558)	ผู้วิจัย
2. ชั้นการศึกษากลุ่มย่อย แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ลดความสามารถ ทางการเรียน โดยสมาชิก กลุ่มจะต้องคิวและสอน เพื่อนร่วมกลุ่มให้เข้าใจ เนื้อหาที่เรียนมา หากไม่ เข้าใจช่วยกันปฏิบัติกิจกรรม ตามที่ผู้สอนกำหนดและ ตรวจสอบความถูกต้อง ของคำตอบ	2. จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ให้สมาชิก มีความสามารถคละกัน มีทั้ง สูง ปานกลาง และต่ำ 3. แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา ทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอ จนเข้าใจ	2. ชั้นการศึกษาของทีม ให้ทีมจัดเก้าอี้เป็นกลุ่ม และ ตั้งชื่อทีม บอกกฎเกณฑ์ การทำงานกลุ่ม แจกคำถาม และคำตอบ ให้จับคู่กันถาม และตอบ ถ้าใครตอบไม่ได้ ทีมต้องช่วยอธิบาย	1. จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มคละ ความสามารถ (เก่ง-กลาง- อ่อน) กลุ่มละ 4 คน เรียกว่า กลุ่มบ้านของเรา	2. ชั้นการศึกษากลุ่มย่อย จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน คละความสามารถ ทางการเรียน คือ มีทั้ง ความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน แต่ละกลุ่มร่วมกัน สรุปเนื้อหาสาระและปัญหา ที่ครูนำเสนอ จนสมาชิก ทุกคนมีความเข้าใจ ในเนื้อหา และช่วยกันปฏิบัติ กิจกรรมตามที่ได้รับ มอบหมาย

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Slavin (1990)	วัฒนาพร ระจับทุกซ์ (2541)	ชนาธิป พรกุล (2554)	ทิสนา เขมมณี (2558)	ผู้วิจัย
<p>3. ขั้นการทดสอบย่อย หลังจากเรียน ไปแล้ว 1-2 คาบ นักเรียนแต่ละคน จะต้องทดสอบ วัดความเข้าใจ และคะแนน ที่ได้จากการทดสอบจะถูก แปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม</p> <p>4. การคิดคะแนน ในการพัฒนาตนเอง นำคะแนนของแต่ละคน ไปเปรียบเทียบกับคะแนน พื้นฐาน แล้วคิดเทียบเป็น คะแนนพัฒนาตามเกณฑ์ที่ กำหนด</p>	<p>4. ผู้เรียนทุกคนในกลุ่ม ทำแบบทดสอบ เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาที่เรียน</p> <p>5. ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียน นำคะแนนของสมาชิก ทุกคนมารวมเป็นคะแนน กลุ่ม</p>	<p>3. ขั้นการทดสอบ จัดเรียง เก้าอี้เป็นแถว ทดสอบ รายบุคคล ตรวจสอบและให้ คะแนนทีมก่อนการสอน ครั้งต่อไป</p>	<p>2. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราได้รับเนื้อหาสาระและ ศึกษาเนื้อหาสาระนั้น ร่วมกัน ซึ่งผู้เรียนอาจต้องทำ แบบทดสอบในแต่ละตอน และเก็บคะแนนของตนไว้</p> <p>3. ผู้เรียนทุกคนทำ แบบทดสอบครั้งสุดท้าย ซึ่งเป็นการทดสอบรวบยอด และนำคะแนนของตนไปหา คะแนนพัฒนาการ</p>	<p>3. ขั้นทดสอบย่อย ผู้สอน ทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อเป็นการประเมินความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา และนำคะแนนที่ได้ของแต่ละคนในกลุ่มมา เปรียบเทียบกับคะแนนฐาน ของตนเอง คิดหาคะแนน พัฒนาการ แล้วนำคะแนน นั้น ไปหาค่าเฉลี่ย เพื่อแปลงเป็นคะแนนของ กลุ่ม</p>

ตารางที่ 5 (ต่อ)

Slavin (1990)	วัฒนาพร ระจับทุกซ์ (2541)	ชนาธิป พรกุล (2554)	ทิสนา เขมมณี (2558)	ผู้วิจัย
5. การประกาศกลุ่มที่ได้รับ การยกย่องและยอมรับ เป็นการประกาศคะแนนกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มทราบ พร้อมกับให้คำชมเชย หรือ ให้คะแนนกับกลุ่มที่มี พัฒนาการของกลุ่มสูงสุด	6. กลุ่มที่ได้คะแนนรวม สูงสุด (ในกรณีของแต่ละกลุ่ม มีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากัน ให้ใช้คะแนนเฉลี่ยแทน คะแนนรวม) จะได้รับ คำชมเชย โดยอาจติด ประกาศไว้ที่บอร์ดหรือ ป้ายของห้องเรียน	4. ขึ้นการรับรางวัลของทีม แจ้งคะแนนความก้าวหน้า และคะแนนทีม	4. สมาชิกกลุ่ม นำคะแนน พัฒนาการของแต่ละคน ในกลุ่มมารวมกันเป็น คะแนนของกลุ่ม กลุ่มใด ได้คะแนนพัฒนาการสูงสุด กลุ่มนั้นได้รางวัล	4. ขึ้นการประกาศผล เป็นการประกาศคะแนน ให้แต่ละกลุ่มทราบ พร้อม ให้คำชมเชยแก่กลุ่มที่มี คะแนนพัฒนาการสูงขึ้น และมีความมุ่งมั่นพยายาม

จากตารางที่ 5 สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอบทเรียน ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบอธิบาย ตั้งประเด็นคำถาม และยกตัวอย่างประกอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ระยะเวลาสามารถทางการเรียน คือ มีทั้งความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน แต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระและปัญหาที่ครูนำเสนอ จนสมาชิกทุกคนมีความเข้าใจในเนื้อหา และช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย ผู้สอนทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อเป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา และนำคะแนนที่ได้ของแต่ละคนในกลุ่มมาเปรียบเทียบกับคะแนนฐานของตนเอง คิดหาคะแนนพัฒนาการ แล้วนำคะแนนนั้นไปหาค่าเฉลี่ย เพื่อแปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นการประกาศผล เป็นการประกาศคะแนนให้แต่ละกลุ่มทราบ พร้อมให้คำชมเชยแก่กลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้น และมีความมุ่งมั่นพยายาม

6. บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ดังนี้

อรนุช ลิมตศิริ (2556, หน้า 123) กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือว่า ครูต้องกำหนดจุดประสงค์บทเรียนอย่างชัดเจน โดยแบ่งออกเป็น 2 ประการ คือ จุดประสงค์ของเนื้อหาวิชา และจุดประสงค์ของการเรียนรู้ร่วมกัน มีการวางแผนการจัดกลุ่มนักเรียนก่อนสอน โดยจัดนักเรียนให้ความสามารถ นักเรียนมีลักษณะนิสัยต่าง ๆ ปนกันไป ครูควรจัดให้โดยไม่ให้นักเรียนเลือกกลุ่มเอง และนักเรียนควรอยู่ในกลุ่มนานจนกว่ากลุ่มจะประสบความสำเร็จ การเปลี่ยนกลุ่มบ่อยไม่เป็นผลดีต่อกระบวนการทำงานกลุ่มซึ่งไปสู่จุดประสงค์ร่วมกัน ครูต้องเตรียมบทเรียนและสื่อการสอน นอกจากนั้นครูยังต้องกำหนดจุดประสงค์ที่สอดคล้องกับการเรียนแบบร่วมมือ ในด้านการฟังพาดูอาศัยกันในทางบวก กำหนดงานที่สอดคล้องกับการเรียนแบบร่วมมือในด้านความรับผิดชอบรายบุคคล อธิบายพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของนักเรียนอย่างชัดเจน

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2555, หน้า 41) กล่าวว่า ครูควรมีการเตรียมกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ร่วมกัน

ดังนี้

1. อธิบายชี้แจงเกี่ยวกับงานของกลุ่ม ครูควรอธิบายถึงจุดหมายของบทเรียน เหตุผลในการดำเนินการต่าง ๆ รายละเอียดของงานและขั้นตอนในการทำงาน
2. อธิบายเกณฑ์การประเมินผลงาน ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจตรงกันว่าความสำเร็จของงานอยู่ตรงไหน งานที่คาดหวังจะมีลักษณะอย่างไร เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความสำเร็จของงานคืออะไร
3. อธิบายถึงความสำคัญและวิธีการของการพึ่งพาและเกื้อกูลกัน ครูควรอธิบายกฎเกณฑ์ระเบียบ กติกา บทบาทหน้าที่ และระบบการให้รางวัลหรือประโยชน์ที่กลุ่มจะได้รับในการร่วมมือกันเรียนรู้
4. อธิบายวิธีการช่วยเหลือกันระหว่างกลุ่ม
5. อธิบายถึงความสำคัญและวิธีการในการตรวจสอบความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่แต่ละคนได้รับมอบหมาย เช่น การสุ่มเรียกชื่อผู้เสนอผลงาน การทดสอบ การตรวจสอบผลงาน เป็นต้น
6. ชี้แจงพฤติกรรมที่คาดหวัง หากครูชี้แจงให้ผู้เรียนได้รู้อย่างชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง จะช่วยให้ผู้เรียนรู้ความคาดหวังที่มีต่อตนและพยายามจะแสดงพฤติกรรมนั้น

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 117) กล่าวว่า ครูมีบทบาทสำคัญมาก ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) จัดกลุ่มให้ทำงานด้วยกัน โดยมีเป้าหมายเดียวกัน ดังนี้

ขั้นวางแผน

1. จัดหลักสูตร หรือหน่วยให้มีจุดประสงค์ที่สามารถบรรลุด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือ
2. สร้างกลุ่มที่เหมาะสมให้ทำงานด้วยกัน เพื่อบรรลุจุดประสงค์ด้านวิชาการ และด้านทักษะความร่วมมือ

ขั้นสอน

1. แจกเป้าหมายของงานที่ทำให้ผู้เรียนทำ อธิบายกิจกรรมการเรียนรู้อย่างชัดเจน
2. ดูแลประสิทธิภาพของการทำงานกลุ่ม ให้ความช่วยเหลือเมื่อจำเป็น
3. ให้ข้อมูลย้อนกลับของงานผู้เรียน ทั้งด้านเนื้อหา และทักษะการทำงาน
4. ประเมินผลสัมฤทธิ์ และส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินตนเอง

สรุปได้ว่า ครูควรมีบทบาทในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ดังนี้ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้

เป็นผู้อธิบายชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงเป้าหมายของการทำงาน อธิบายกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างชัดเจน เป็นผู้ตรวจสอบ ดูแลความถูกต้องและให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน และเป็นผู้สังเกตให้ผู้เรียนทำงานของตนเอง เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

7. ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน เป็นกลุ่มเล็ก ๆ ที่ละความสามารถทางสติปัญญา ซึ่งมีข้อดีที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ ดังนี้

Slavin (1990, p. 60) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ดังนี้

1. นักเรียนมีความเอาใจใส่รับผิดชอบตัวเองและกลุ่มร่วมกับสมาชิกอื่น
2. ส่งเสริมให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันได้เรียนรู้ร่วมกัน
3. ส่งเสริมให้นักเรียนผลัดเปลี่ยนกันเป็นผู้นำ
4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกและเรียนรู้ทักษะทางสังคมโดยตรง
5. นักเรียนมีความตื่นเต้น และสนุกสนานกับการเรียนรู้

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 145) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ ให้ประโยชน์แก่ผู้เรียนทั้งด้านความคิด ความรู้สึกต่อตนเองและสังคม สรุปได้ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุกคนร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทุก ๆ คนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกันทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน
2. ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือทำอย่างเท่าเทียมกัน
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น เด็กที่เรียนเก่งช่วยเหลือเด็กที่เรียนอ่อน ทำให้เด็กเก่งเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจ จะยอมเสียสละเวลาช่วยเพื่อน ส่วนเด็กอ่อนเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกันทำให้เกิดความรักสามัคคีและผูกพัน
4. ทำให้รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การร่วมคิด การร่วมระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาร่วมกัน เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันค้นหาข้อมูลให้มาก คิดวิเคราะห์ และเกิดการตัดสินใจ
5. ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ให้มีความสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

ทศนา เขมมณี (2558, หน้า 101) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ดังนี้

1. มีความพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายมากขึ้น (Greater efforts to achieve) ช่วยให้นักเรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น (Long term retention) มีแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีการใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เหตุผลดีขึ้น และคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น

2. มีความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนดีขึ้น (More positive relationships among students) ช่วยให้นักเรียนมีน้ำใจนักกีฬามากขึ้น ใส่ใจในผู้อื่นมากขึ้น เห็นคุณค่าของความแตกต่าง ความหลากหลาย การประสานสัมพันธ์และการรวมกลุ่ม

3. มีสุขภาพจิตดีขึ้น (Greater psychological health) ช่วยให้นักเรียนมีสุขภาพจิตดีขึ้น มีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเอง และมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะทางสังคมและความสามารถในการเผชิญกับความเครียดและความผันแปรต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ เป็นการจัดการกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ลดความขัดแย้งในกลุ่ม ได้พัฒนาทักษะการเข้าสังคม รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ความคิด จนงานประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่หวังไว้

แนวคิด DAPIC

DAPIC เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของโพลยา วิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท เพื่อใช้ในหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IMaST) โดยศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ร่วมกับมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (Meier, Hovde, & Meier, 1996, p. 234)

1. แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแนวคิด DAPIC

แนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนาแนวคิด DAPIC ประกอบด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา วิธีการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา

จอร์จ โพลยา ได้รับการพิจารณาขย่องให้เป็น “ครู” เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่องานเขียนของเขาที่ชื่อว่า How to solve it ได้รับการตีพิมพ์เป็นครั้งแรกในปี 1945 ทำให้เขาได้รับการขย่องให้เป็นผู้นำเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Meier et al., 1996, p. 231) ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือผลเฉลยที่เป็นเหตุเป็นผลจากการแก้ปัญหา ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวมี 4 ขั้น (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 41; Meier et al., 1996, p. 232) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understand the problem) ขั้นนี้เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา แบ่งได้ 2 ส่วน คือ การหาว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร และจะแก้ปัญหตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไขที่ให้มาเพียงพอที่จะหาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ ในขั้นนี้สามารถใช้การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไขออกเป็นส่วนย่อย ๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาและมองเห็นสถานการณ์ได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนงาน (Planning the solution process) ขั้นนี้เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหากับสิ่งที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันทีอาจต้องใช้ปัญหาอื่นช่วย เพื่อให้ได้แผนงานแก้ปัญหาในที่สุด ผู้แก้ปัญหอาจเริ่มต้นด้วยการคิดว่าตนเคยเห็นปัญหาลักษณะนี้จากที่ไหนมาก่อนหรือไม่ หรือเคยเห็นปัญหาในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันนี้หรือไม่ จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดแก้ปัญหา จะแก้ปัญหบางส่วนใดได้ก่อนบ้าง จะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่ เพื่อให้สิ่งที่ต้องการทราบกับข้อมูลที่มีอยู่สัมพันธ์กันมากขึ้นได้หรือไม่ ได้ใช้ข้อมูลและเงื่อนไขที่มีอยู่อย่างเหมาะสมแล้วหรือยัง

ขั้นที่ 3 การดำเนินการวางแผน (Carrying out the problem) ขั้นนี้เป็นขั้นลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่ จะแน่ใจได้อย่างไรว่าการดำเนินตามแผนจะสำเร็จ เป็นการกำกับการทำงานตามแผน ตรวจสอบความคิดของตนเอง ถือได้ว่าขั้นนี้เป็นขั้นที่สำคัญของกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การตรวจย้อนกลับ (Looking back) ขั้นนี้มีเป้าหมายหลัก คือการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้ว่าสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา

1.2 การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์

การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาและตอบคำถาม วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของการสืบสอบโดยทั่วไป มีขั้นตอนดังนี้ (Meier et al., p. 232)

ขั้นที่ 1 การตั้งคำถาม (Question) วิธีการทางวิทยาศาสตร์มักจะเริ่มจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัว เมื่อได้ข้อสังเกตบางอย่างที่เราสนใจจะทำให้ได้สิ่งที่ตามมาคือคำถาม ซึ่งการตั้งคำถามนั้นต้องเป็นคำถามที่ดีและชัดเจนจะทำให้ผู้ตั้งคำถามเกิดความเข้าใจและมองเห็นลู่ทางของการค้นหาคำตอบ เพื่อหาคำตอบของคำถามที่ตั้งขึ้น

ขั้นที่ 2 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesize) การตั้งสมมติฐานคือการคาดคะเนคำตอบเริ่มต้นด้วยการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่เชื่อว่าจะเป็นไปได้หรือคิดหาคำตอบได้ บนฐานข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ปรากฏการณ์ และการศึกษาเอกสารต่าง ๆ โดยคำตอบของปัญหาซึ่งคิดไว้นี้อาจถูกต้องแต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับ จนกว่าจะมีการทดลองเพื่อตรวจสอบอย่างรอบคอบเสียก่อน จึงจะทราบว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 3 การทดลองหรือทดสอบ (Experiment or test) การตรวจสอบสมมติฐานจะต้องยึดข้อกำหนดสมมติฐานไว้เป็นหลักเสมอ โดยมีการวางแผนที่จะตอบคำถามที่มีความเฉพาะเจาะจง ตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยการทดลอง เพื่อทำการค้นคว้าหาข้อมูลและตรวจสอบดูว่าสมมติฐานข้อใด เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ (Analyze) เป็นขั้นที่นำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การค้นคว้า การทดลองหรือการรวบรวมหรือข้อเท็จจริงมาทำการวิเคราะห์ผลแล้วนำไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อใด

ขั้นที่ 5 การสร้างข้อสรุป (Draw conclusions) การสรุปผล เป็นขั้นตอนที่นำเอาข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลแล้วมาสรุป พิจารณาว่า ผลสรุปนั้นเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

1.3 วงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชิวฮาร์ท

ต้นแบบของการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมที่ได้รับการยอมรับคือวงจรของชิวฮาร์ท วงจรนี้เป็นที่รู้จักกันในอีกชื่อว่า “วงจรเดมมิ่ง” ต่อมาพบว่า แนวคิดในการใช้วงจร PDCA นั้นสามารถนำมาใช้ได้กับทุกกิจกรรม ทำให้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นทั่วโลก โดยมีลำดับขั้นการดำเนินงาน (Meier et al., 1996, pp. 232-233; Shewhart, 1980, pp. 39-40) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan: P) เป็นส่วนประกอบของวงจรที่มีความสำคัญ เนื่องจาก การวางแผนเป็นจุดเริ่มต้นของงานและเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การทำงานในส่วนอื่น เป็นไป

อย่างมีประสิทธิภาพ การวางแผนในวงจรเต็มมิ่ง เป็นการหาลำดับประกอบของปัญหา โดยวิธีการระดมความคิด การหาสาเหตุของปัญหา การหาวิธีการแก้ปัญห การจัดทำตารางการปฏิบัติงาน การกำหนดวิธีดำเนินการ การกำหนดวิธีการตรวจสอบ และประเมินผล ในขั้นตอนนี้ มีการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ตระหนักและกำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไข หรือปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยสมาชิกแต่ละคนร่วมมือและประสานกันอย่างใกล้ชิด ในการระบุปัญหาที่เกิดขึ้น ในการดำเนินงาน เพื่อที่จะร่วมกันทำการศึกษาและวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขต่อไป

1.2 เก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์และตรวจสอบการดำเนินงานหรือหาสาเหตุของปัญหา เพื่อใช้ในการปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งควรจะวางแผนและดำเนินการเก็บข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบ เข้าใจง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน เช่น ตารางตรวจสอบ แผนภูมิ แผนภาพ หรือแบบสอบถาม เป็นต้น

1.3 อธิบายปัญหาและกำหนดทางเลือก วิเคราะห์ปัญหา เพื่อใช้กำหนดสาเหตุของความบกพร่อง ตลอดจนแสดงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งนิยมใช้วิธีการเขียนและวิเคราะห์แผนภูมิ หรือแผนภาพ เช่น แผนภูมิแกงปลา แผนภูมิพาเรโต และแผนภูมิการควบคุม เป็นต้น เพื่อให้สมาชิกทุกคนในทีมงานคุณภาพเกิดความเข้าใจในสาเหตุและปัญหาอย่างชัดเจน แล้วร่วมกันระดมความคิด (Brainstorm) ในการแก้ปัญห โดยสร้างทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ ในการตัดสินใจแก้ปัญห เพื่อมาทำการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกที่เหมาะสมที่สุดมาดำเนินงาน

1.4 เลือกวิธีการแก้ไขปัญหา หรือปรับปรุงการดำเนินงาน โดยร่วมกันวิเคราะห์และวิจารณ์ทางเลือกต่าง ๆ ผ่านการระดมความคิด และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสมาชิก เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินงาน ให้สามารถบรรลุตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจจะต้องทำวิจัยและหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือกำหนดทางเลือกใหม่ที่มีความน่าจะเป็นในการแก้ปัญหาได้มากกว่าเดิม

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติตามแผน (Do: D) เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในตารางการปฏิบัติงาน ทั้งนี้ สมาชิกกลุ่มต้องมีความเข้าใจถึงความสำคัญและความจำเป็นในแผนนั้น ๆ ความสำเร็จของการนำแผนมาปฏิบัติต้องอาศัยการทำงานด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดีจากสมาชิก ตลอดจนการจัดการทรัพยากรที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานตามแผนนั้น ๆ ในขั้นตอนนี้ ขณะที่ลงมือปฏิบัติจะมีการตรวจสอบไปด้วย หากไม่เป็นไปตามแผนจะต้องมีการปรับแผนใหม่ และเมื่อแผนนั้นใช้งานได้ดีก็นำไปใช้เป็นแผนและถือปฏิบัติต่อไป

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบ (Check: C) หมายถึง การตรวจสอบว่าเมื่อปฏิบัติงานตามแผนหรือการแก้ปัญหาตามแผนแล้ว ผลลัพธ์เป็นอย่างไร สภาพปัญหาได้รับการแก้ไขตรงตามเป้าหมายที่กลุ่มตั้งใจหรือไม่ การไม่ประสบผลสำเร็จอาจจะเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ไม่ปฏิบัติตามแผน ความไม่เหมาะสมของแผน การเลือกใช้เทคนิคที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

ขั้นที่ 4 การปรับปรุงแก้ไข (Act: A) เป็นการกระทำภายหลังที่กระบวนการ 3 ขั้นตอน ตามวงจรได้ดำเนินการเสร็จแล้ว ขั้นตอนนี้เป็น การนำเอาผลจากขั้นการตรวจสอบ (C) มาดำเนินการให้เหมาะสมต่อไป

สรุปได้ว่า แนวคิด DAPIC พัฒนามาจากกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ที่มีจุดเน้นที่ขั้นการดำเนินการวางแผน ซึ่งเป็นการวางแผนและลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ให้เป็นผลสำเร็จ การสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบของปัญหา โดยจะต้องมีการตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง เพื่อหาข้อสรุปหรือตอบปัญหาของคำถามนั้นให้ได้ และวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมตามแนวคิดของชีวฮาร์ท เป็นวงจรการแก้ปัญหาทางธุรกิจและอุตสาหกรรมที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้กับทุกกิจกรรม โดยมีการวางแผนและสามารถปรับเปลี่ยนแผนการดำเนินงานให้เหมาะสมได้ หากปฏิบัติตามแผนแล้วตรวจสอบว่ามีข้อผิดพลาด ซึ่งแนวคิด DAPIC เป็นการบูรณาการแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีร่วมกันจนเกิดเป็นแนวคิดการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ มีความยืดหยุ่น สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

2. หลักการของแนวคิด DAPIC

การแก้ปัญหาเป็นส่วนสำคัญของหลักสูตรบูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (IMaST) ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาโดยทีมงานออกแบบ IMaST ที่เป็นที่รู้จักกันคือ “DAPIC” มีนักการศึกษาและสถาบันการศึกษาได้ให้รายละเอียดของหลักการแนวคิด DAPIC ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 42) กล่าวว่า แนวคิดการแก้ปัญหา DAPIC เป็นชื่อที่เกิดจากการนำตัวอักษรตัวแรกขององค์ประกอบในกระบวนการแก้ปัญหามาเรียงเป็นชื่อเรียกกระบวนการ เพื่อให้สื่อถึงความหมายของกระบวนการและเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ มีรายละเอียดดังนี้

Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา กำหนดหรือระบุปัญหาที่จะแก้ให้มีความชัดเจน

Assess เป็นการระบุหรือเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องและที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

Plan เป็นการหาวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และวางแผนการดำเนินงาน

Implement เป็นการนำแผนที่วางไว้มาปฏิบัติ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้น
 Communicate เป็นการนำผลจากการดำเนินการมาวิเคราะห์ สรุป และสื่อสาร
 ศูนย์คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี แห่งมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Center for
 Mathematics, Science, and Technology, 1998, p. 11) ได้กล่าวถึงแนวคิด DAPIC ดังนี้

Define เป็นการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นให้ชัดเจน โดยอาจเขียนเป็นหนึ่งหรือสองประโยค
 ซึ่งจะช่วยในการระบุปัญหา และอาจจะเป็นการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ โดยชี้แจงระบุ
 เกี่ยวกับข้อสงสัย ความไม่แน่ใจ หรือความยาก ตลอดจนข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับความต้องการ
 ที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นการกำหนดสิ่งที่ผู้เรียนต้องการหรือจำเป็นต้องรู้ แม้ว่าปัญหานี้สามารถระบุ
 ได้โดยครูผู้สอนก็ตาม แต่ก็มักจะให้ผู้เรียนเป็นผู้ระบุปัญหาโดยใช้ประสบการณ์ของตนเอง

Assess ในขั้นนี้เป็นการประเมินเงื่อนไขแวดล้อมของปัญหา โดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ
 มาพิจารณาช่วยในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้ค้นพบอุปสรรค หรือความยากในการแก้ปัญหา
 ซึ่งจะต้องระบุวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบความสำเร็จหรือความผิดพลาดของการแก้ปัญหา
 นั้น ๆ ก่อน โดยข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้รับมาจากประสบการณ์
 ซึ่งเป้าหมายในขั้นนี้ก็คือการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะพัฒนาวางแผน
 แก้ปัญหา

Plan ในขั้นนี้ เป็นการหาทางเลือกในการแก้ปัญหา ซึ่งหมายถึงการออกแบบการทดลอง
 เพื่อตรวจสอบแนวทางที่ดีที่สุดที่เป็นไปได้ เป็นการวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา

Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
 อย่างเป็นระบบตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับเปลี่ยนแผนที่ดีขึ้น

Communicate เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการปฏิบัติตามแผนมาวิเคราะห์ สรุป และ
 นำเสนอแบ่งปันกับผู้อื่น ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียน หรือพูดรายงาน

Meier et al. (1996, p. 235) กล่าวถึงหลักการของแนวคิด DAPIC ไว้ดังนี้

Define การระบุปัญหา จำเป็นต้องมีการถามคำถาม เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นบางส่วน
 ศึกษาเรียนรู้คำศัพท์ หรือเนื้อหาที่เป็นข้อเท็จจริง ซึ่งการระบุปัญหามักจะถูกกำหนดจาก
 ประสบการณ์ของนักเรียน

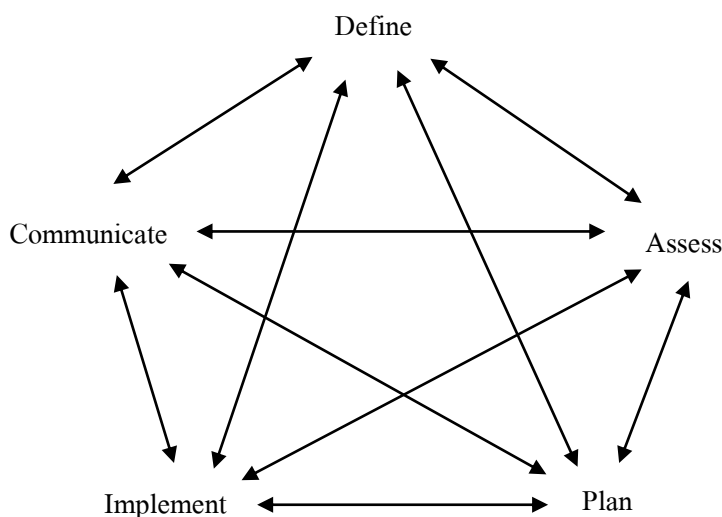
Assess เป็นการประเมินการแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกนำมาเพื่อใช้
 สร้างหลักเกณฑ์ ในรูปแบบของการตั้งสมมติฐานที่ต้องมีการตรวจสอบและปรับปรุงเพิ่มเติม

Plan เป็นการวางแผนที่จะใช้ในการแก้ปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งหมายถึง
 การออกแบบการแก้ปัญหามีการทดลองควบคุมตัวแปร

Implement ดำเนินการตามแผน เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการปรับปรุงให้ดีขึ้น

Communicate วิเคราะห์และประเมินผล พร้อมทั้งแบ่งปันข้อมูลกับคนอื่น ๆ โดยอาจใช้รูปแบบของการเขียนรายงานเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดนำเสนอ

แนวคิดการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพ เหมาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยในการแก้ปัญหตามแนวคิด DAPIC ไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับ ผู้แก้ปัญหสามารถเริ่มจากขั้นใดก่อนก็ได้ สามารถข้ามขั้นหรือใช้ขั้นนั้นซ้ำได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาแต่ละปัญหา ผู้แก้ปัญหที่ประสบความสำเร็จ มักจะแสดงให้เห็นว่าพวกเขาจะใช้วิธีการที่ไม่เป็นเชิงเส้น แม้ว่าผู้เรียนบางคนอาจเลือกที่จะแก้ปัญหาโดยจะผ่านขั้นตอนแบบเชิงเส้น ผู้แก้ปัญหอาจพิจารณาตามลักษณะของปัญหาว่าควรเริ่มต้นจากขั้นใด และจะใช้ขั้นใดบ้าง ดังแสดงในภาพที่ 2 ในทำนองเดียวกันการสื่อสารก็มีความจำเป็นในกระบวนการแก้ปัญหา ด้วยความยืดหยุ่นดังกล่าว กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC จึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษา (อัมพร ม้าคอง, 2553, หน้า 42; Center for Mathematics, Science, and Technology, 1998, p. 11)



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของกระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิด DAPIC (Meier et al., 1996, p. 236)

จากหลักการแนวคิด DAPIC ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าลำดับขั้นตอนการนำแนวคิด DAPIC ไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนนั้นมีขั้นที่สำคัญ ดังนี้

1. Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
 2. Assess ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา โดยข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้รับมาจากประสบการณ์
 3. Plan วางแผนการแก้ปัญหายังเป็นลำดับขั้นตอน
 4. Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง
 5. Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน
- ทั้ง 5 ขั้นของแนวคิด DAPIC เป็นการสอนแก้ปัญหา ที่ผู้แก้ปัญหาพิจารณาลักษณะของปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำแนวคิดการแก้ปัญหา DAPIC มาสอดแทรกอยู่ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ลดความสามารถทางการเรียน โดยให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีรายละเอียดของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอบทเรียน ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบอธิบาย ตั้งประเด็นคำถาม และยกตัวอย่างประกอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ลดความสามารถทางการเรียน คือ มีทั้งความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน แต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระและปัญหาที่ครูนำเสนอ จนสมาชิกทุกคนมีความเข้าใจในเนื้อหา และช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย ผู้สอนทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อเป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา และนำคะแนนที่ได้ของแต่ละคนในกลุ่มมาเปรียบเทียบกับคะแนนฐานของตนเอง คิดหาคะแนนพัฒนาการ แล้วนำคะแนนนั้นไปหาค่าเฉลี่ย เพื่อแปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นการประกาศผล เป็นการประกาศคะแนนให้แต่ละกลุ่มทราบ พร้อมให้คำชมเชยแก่กลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้น และมีความมุ่งมั่นพยายาม

แนวคิดการแก้ปัญหา DAPIC เป็นชื่อที่เกิดจากการนำตัวอักษรตัวแรกของขั้นในกระบวนการแก้ปัญหาเรียงเป็นชื่อเรียกกระบวนการ มีรายละเอียดของแต่ละขั้น ดังนี้

Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

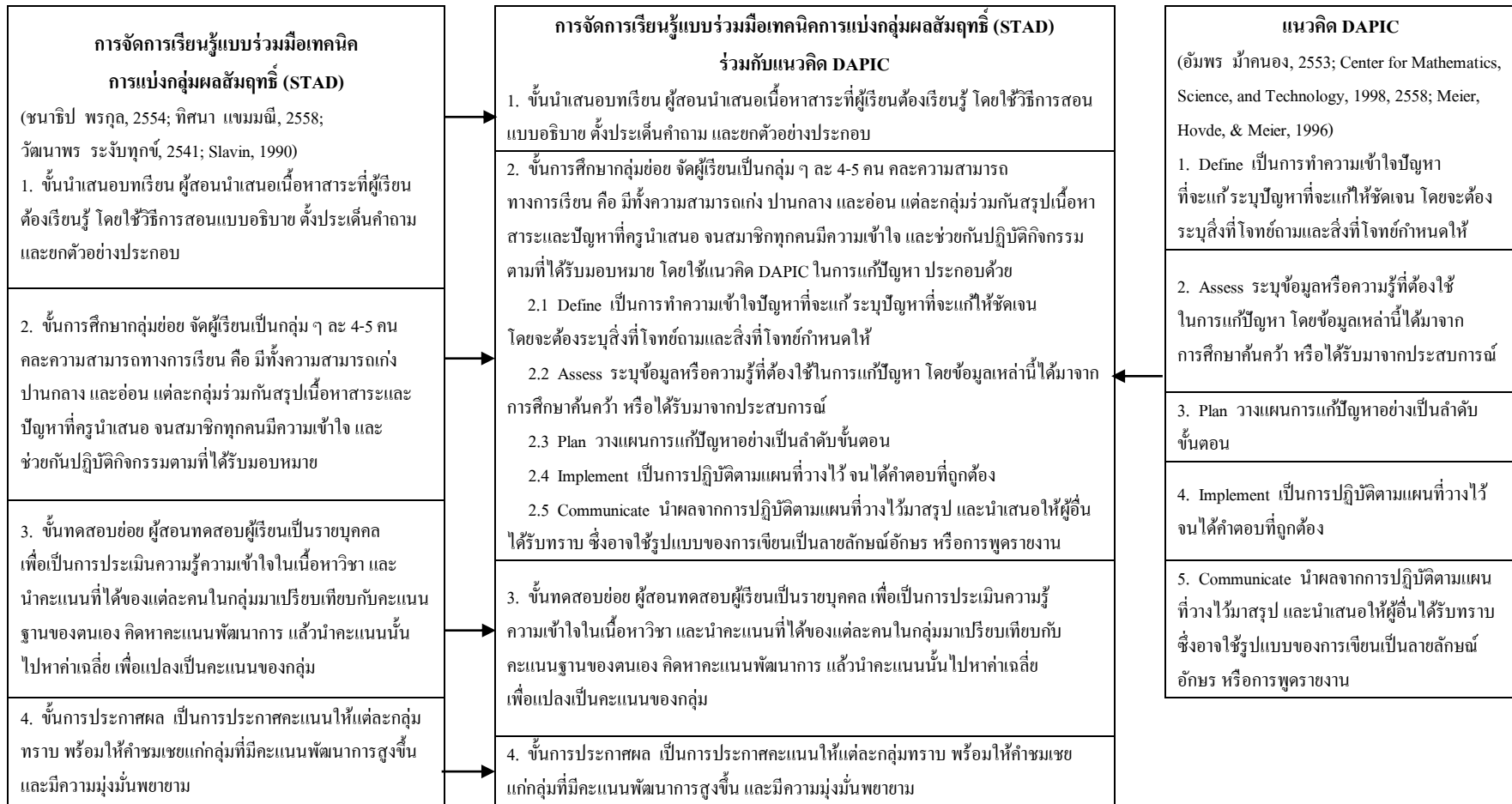
Assess ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา โดยข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้รับมาจากประสบการณ์

Plan วางแผนการแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ผู้วิจัยได้นำกระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิด DAPIC มาสอดแทรกอยู่ในชั้นการศึกษากลุ่มย่อย ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) แสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC

จากภาพที่ 3 สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่นำแนวคิด DAPIC มาสอดแทรกอยู่ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอบทเรียน ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาสาระที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบอธิบาย ตั้งประเด็นคำถาม และยกตัวอย่างประกอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน คณะความสามารถทางการเรียน คือ มีทั้งความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน แต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระและปัญหาที่ครูนำเสนอ จนสมาชิกทุกคนมีความเข้าใจในเนื้อหา และช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย โดยใช้แนวคิด DAPIC ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

Assess ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา โดยข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้รับมาจากประสบการณ์

Plan วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย ผู้สอนทดสอบผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อเป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา และนำคะแนนที่ได้ของแต่ละคนในกลุ่มมาเปรียบเทียบกับคะแนนฐานของตนเอง คิดหาคะแนนพัฒนาการ แล้วนำคะแนนนั้นไปหาค่าเฉลี่ย เพื่อแปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นการประกาศผล เป็นการประกาศคะแนนให้แต่ละกลุ่มทราบ พร้อมให้คำชมเชยแก่กลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้น และมีความมุ่งมั่นพยายาม

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นองค์กรสำคัญที่มีบทบาทอย่างมากต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนในสหรัฐอเมริกาและทั่วโลก ระบุว่า การแก้ปัญหาได้รับการยอมรับว่าเป็นหนึ่งในกระบวนการที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ในหนังสือ

หลักสูตรและมาตรฐานการประเมินสำหรับคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ในปี ค.ศ. 1989 ยังระบุว่า การแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในสี่ทักษะที่ควรได้รับความเอาใจใส่เพิ่มขึ้น ตั้งแต่นักเรียนระดับอนุบาล จนถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทำให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น (สสวท., 2555 ข, หน้า 4; Cruikshank & Sheffield, 2000, pp. 38-39)

1. ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Szetela and Nicol (1992, p. 42) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เราไม่ทราบขั้นตอนวิธีการใด ๆ ของการแก้ปัญหา แต่บุคคลก็มีความประสงค์ที่จะแก้ปัญหานั้นให้ได้

Cruikshank and Sheffield (2000, p. 39) กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ซึ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที หรือไม่สามารถทราบวิธีหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ แต่ไม่ได้หมายความว่า จะเกี่ยวข้องเพียงเฉพาะตัวเลขเท่านั้น ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางปัญหาก็เกี่ยวกับระยะพิคัด หรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยที่ไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน

ชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles & Lester, 1982 อ้างถึงใน อุษาวดี จันทรสุนธิ, 2556, หน้า 12- 42) ให้ความหมายของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง สถานการณ์หรืองานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนกำลังเผชิญและมีความต้องการหาหนทางไปสู่คำตอบ ผู้เรียนยังไม่เห็นหนทางไปสู่คำตอบได้ในทันทีทันใด ผู้เรียนต้องใช้ความพยายามเพื่อหาหนทางไปสู่คำตอบ ผู้เรียนสามารถเลือกหนทางต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่คำตอบ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 7) ได้สรุปความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวนหรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะ ความรู้ และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหา และเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีตอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

สวท. (2555 ข, หน้า 102) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการ หรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่เคยพบเห็นมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ให้เหตุผล และการตัดสินใจ

เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2555, หน้า 109) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าหมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอนหรือวิธีการที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

จากความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมา สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ วิธีการ และการตัดสินใจที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

2. ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

โพลยา (Polya, 1973 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2556, หน้า 7) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) อาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือในเชิงปฏิบัติก็ได้ เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการ ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการหรือหาเหตุผลก็ได้ มีส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา สิ่งที่กำหนดให้ และเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) ปัญหาประเภทนี้มีจุดประสงค์ให้แสดงการให้เหตุผลว่า “ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง” หรือ “ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ” ปัญหาให้พิสูจน์ แบ่งได้ 2 ส่วน คือ สิ่งที่กำหนดให้หรือสมมติฐาน และสิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป

Kutz (1991, p. 93) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ปัญหาที่พบเห็นทั่วไปหรือโจทย์ปัญหา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับโครงสร้าง ลักษณะของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหจะต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่าง ๆ นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 ปัญหากระบวนการ เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิด อย่างมีลำดับขั้นตอน ในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา เป็นปัญหาที่ทำทนาย และให้ความสนุกสนาน อุษาวดี จันทรสุนธิ (2556, หน้า 42) ได้จำแนกปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามการพัฒนาของการเป็นปลายเปิด (Degree of openness) ของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาแบบปลายปิด (Closed problem) ปัญหาแบบนี้มีคำตอบถูกต้องหนึ่งคำตอบ และมีวิธีการหนึ่งวิธีการที่แน่นอนเพื่อหาคำตอบ

2. ปัญหาแบบกึ่งเปิด (Opened middle problem) ปัญหาแบบนี้มีคำตอบถูกต้องหนึ่งคำตอบ แต่มีวิธีการได้หลายวิธีเพื่อหาคำตอบ

3. ปัญหาแบบปลายเปิด (Opened problem) ปัญหาแบบนี้มีคำตอบถูกต้องหลายคำตอบ และมีวิธีการได้หลายวิธีเพื่อหาคำตอบ

สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับเกณฑ์การพิจารณา ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ประเภทปัญหาให้ค้นหา ในลักษณะของปัญหาปลายปิด กล่าวคือ เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแก้ปัญหาเพื่อค้นหาคำตอบ โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว และมีวิธีการเพียงวิธีเดียวในการหาคำตอบ โดยเป็นทั้งปัญหาที่พบเห็นโดยทั่วไปและปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน เพื่อให้ผู้เรียน ได้พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ความหมายของการแก้ปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ทัศนะและความหมายของการแก้ปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1980, p. 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาแนวทางที่จะหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา หรือสิ่งที่ยุ่งยากออกไป เป็นการหาวิธีการที่ต้องการความสำเร็จในการแก้ไขกับอุปสรรคที่เผชิญเพื่อที่จะให้ได้ข้อสรุปและคำตอบที่มีความชัดเจน

Stephen and Rudnick (1987, p. 4) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการนำความรู้ทักษะและความเข้าใจที่มีอยู่ในแต่ละตัวบุคคลไปประยุกต์สู่สถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม

Szetela and Nicol (1992, p. 42) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการของการเผชิญหน้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่มีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง

ข้อเท็จจริงที่ได้รับการระบุเป้าหมายและกลยุทธ์ของการค้นหาความเป็นไปได้สำหรับการเข้าถึงเป้าหมาย

เคนเนดี (Kennedy, 1984, p. 81 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2556, หน้า 7) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการแสดงออกเฉพาะของบุคคลในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ด้วยขั้นตอนตามสถานการณ์นั้นในทันที

ชาร์ล เลสเตอร์ และ โอคาฟเฟอร์ (Charles, Lester, & O' Daffer Phares, 1987, p. 8 อ้างถึงใน อุษาวิจิ จันทรสนธิ, 2556, หน้า 2) ให้ความหมายการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมการคิดที่ซับซ้อนซึ่งเกี่ยวข้องกับการย้อนระลึกถึงข้อเท็จจริงและความคิดรวบยอดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ การใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การติดตามตรวจสอบความก้าวหน้าในการคิดของตนเอง ตลอดจนความสนใจ แรงจูงใจ และความเชื่อมั่นในตนเองของผู้เรียน

เวชฤทธิ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 109) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าหมายถึง กระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหามันจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหานั้น ๆ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 7) ได้สรุปว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหามันจะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำประสบการณ์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาประยุกต์ใช้อย่างเป็นขั้นตอนหรือมีกระบวนการ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

3.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ Gange (1985, pp. 186-187) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอดและ/ หรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาเป็นความรู้ที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อน

2. ลักษณะของปัญหา (Problem schemata) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับ

การแก้ปัญหา ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่กำหนดให้ได้ ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ คำศัพท์และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ

3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning strategies) หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาและลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลวิธีการคิด (Cognitive strategies) อย่างหนึ่ง

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating answer) หมายถึง ความสามารถในการตรวจย้อน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาลดลดกระบวนการ

Baroody (1993, pp. 2-8) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด (Cognitive factor) ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนคติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective factor) ซึ่งเป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อมั่นของนักเรียน

3. องค์ประกอบทางการสังเคราะห์ความคิด (Metacognitive factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา และจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 39-40) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา

2. ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่เชื่อว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใดและประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้

3. พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม

4. พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาวที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาวหลายขั้นตอนและปัญหาวที่ไม่คุ้นเคย

5. ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหาว ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีแก้ปัญหาวกับปัญหาวใหม่

6. บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน
7. สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
8. ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
9. มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

Suydam (1990, p. 36) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการเข้าใจในความคิดรวบยอดและข้อความทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกัน ความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและวิธีการที่ถูกต้อง ความสามารถในการแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและประมาณค่า ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และตีความหมายของข้อเท็จจริงเชิงปริมาณ

สสวท. (2555 ค, หน้า 77) เสนอว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่ผู้เรียน ไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้ความคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิงตรรกะ เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

จากแนวคิดของนักวิชาการ และหน่วยงานทางการศึกษา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การคิดค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้ ความคิดรวบยอด กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อวางแผนแก้ปัญหาให้ได้มาซึ่งคำตอบ ตลอดจนสามารถตรวจสอบคำตอบ และความสมเหตุสมผลของคำตอบได้

4. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษา และหน่วยงานทางการศึกษา ได้กล่าวถึงขั้นตอนสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Polya (1985, p. 87) ได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในวิธีการใด การทำ

ความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ เข้าช่วย เช่น การเขียนรูป เขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณากำหนดว่าจะแก้ปัญหด้วยวิธีใด จะแก้อย่างไร ปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหอาจพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหาผสมผสานกับประสบการณ์เดิมในการแก้ปัญหที่ผู้แก้ปัญหามีอยู่ กำหนดเป็นวิธีการและเทคนิคในการแก้ปัญห

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนของการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมรายละเอียดของขั้นตอนต่าง ๆ จากแผนที่สมบูรณ์ ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหใหม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหต้องมองย้อนกลับไปขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาว่ารายละเอียดต่าง ๆ ของแต่ละขั้นตอนนั้นมีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด แล้วปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหให้ดีขึ้น

Szetela and Nicol (1992, p. 42) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ที่ขึ้นอยู่กับกระบวนการทางอภิปัญญา (Metacognitive processes) ว่ามีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 หาตัวแทนที่เหมาะสมของสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 พิจารณาเลือกใช้ยุทธวิธีตามความเหมาะสม

ขั้นที่ 3 เลือกและดำเนินการแก้ปัญหตามยุทธวิธีที่วางไว้

ขั้นที่ 4 ติดตามการดำเนินงานที่เกี่ยวกับเงื่อนไขของปัญหาและเป้าหมาย

ขั้นที่ 5 สื่อสารเป้าหมายที่ต้องการ

ขั้นที่ 6 ประเมินความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญห

ขั้นที่ 7 ถ้าวิธีการแก้ปัญหามีข้อผิดพลาดหรือไม่เพียงพอต่อการกำหนดตัวแทนของปัญหา ให้ดำเนินการด้วยยุทธวิธีใหม่หรือค้นหาข้อผิดพลาดในการดำเนินการ

สสวท. (2555 ข, หน้า 103) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

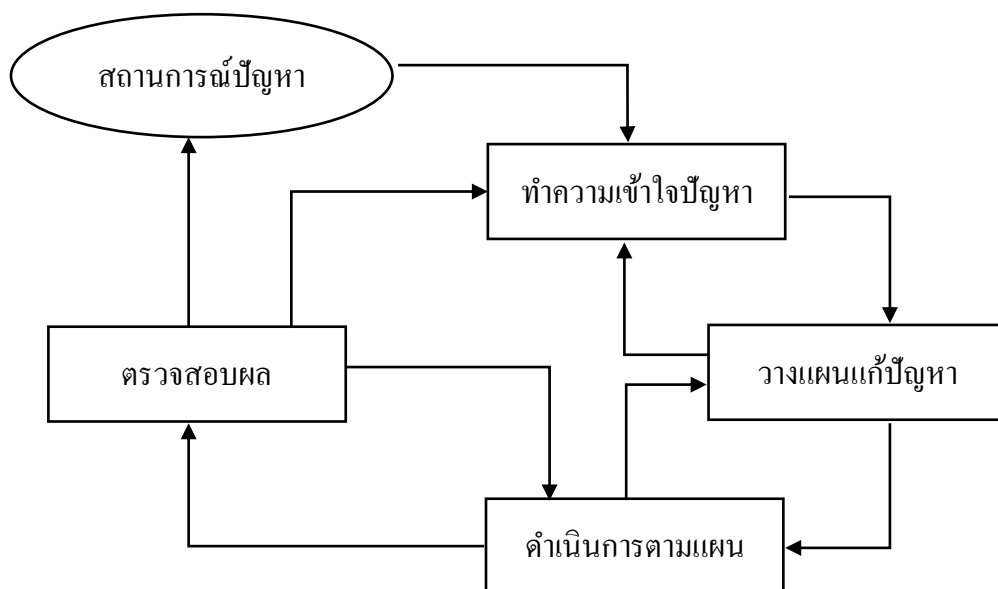
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่พบในประเด็นต่าง ๆ คือ 1) ปัญหาถามว่าอะไร 2) ข้อมูลที่กำหนดให้มียะไรบ้าง และ 3) มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหจะช่วยให้อ่านปัญหาและทำให้กระบวนการแก้ปัญหดำเนินไปอย่างราบรื่น

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว และการตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของคำตอบที่หาได้ ถ้าคำตอบไม่ถูกต้องก็ดำเนินการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง โดยผู้เรียนจะต้องมองย้อนกลับไปที่กระบวนการทำงานเพื่อตรวจสอบว่ามีข้อบกพร่องในส่วนใด

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการนำไปประยุกต์ใช้ ตลอดจนการมองย้อนกลับไปยังขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่ามีคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นอีกหรือไม่ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไป

วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson, Fernandez, & Hadaway, 1993, pp. 60-62 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกะนัททรจรรยา, 2554, หน้า 17-18) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต (Dynamic problem-solving process) ที่สนับสนุนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาในรูปแบบที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ตามแนวคิดของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์

จากภาพที่ 4 อธิบายได้ว่า เมื่อต้องเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนจะต้องเริ่มทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน หลังจากนั้นจึงวางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ จนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ สุดท้ายตรวจสอบผล พิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ โดยสามารถพิจารณาหรือตัดสินใจที่จะกระทำจากขั้นตอนหนึ่ง ไปยังอีกขั้นตอนหนึ่ง หรือพิจารณาย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนก่อนหน้าได้

จากกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์มักเริ่มต้นด้วยขั้นของการทำความเข้าใจปัญหา เพื่อเป็นการพิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร และวิเคราะห์ข้อมูลที่พบในปัญหา จากนั้นจึงวางแผนแก้ปัญหา และลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ แล้วจึงตรวจสอบผลของการแก้ปัญหาวงมีความสมเหตุสมผลหรือเหมาะสมหรือไม่ หากแก้ปัญหายังไม่สำเร็จ ผู้แก้ปัญหามักย้อนกลับไปยังขั้นตอนการแก้ปัญหามาได้ เพื่อให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพสำเร็จ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกใช้แนวคิด DAPIC ตามที่ได้ศึกษามาแล้วข้างต้น เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เนื่องจากเป็นกระบวนการแก้ปัญหาวงที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้เรียนต้องพิจารณาลักษณะของปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหาวง เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

5. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาวงเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ การสอนแก้ปัญหามี 3 แนวทาง (Baroody, 1993, pp. 2-31; Schroeder & Lester, 1989, pp. 31-33 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังกนะภักทรจจร, 2555, หน้า 112-114) ดังนี้

1. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาวง (Teaching about problem solving) เป็นการสอนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาวงทั่วไป โดยปกติมักใช้กระบวนการแก้ปัญหาวงของโพลยา หรือกระบวนการแก้ปัญหาวงที่เป็นพลวัตของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาคาเวย์
2. การสอนการแก้ปัญหาวง (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์หรือทักษะที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาวงหรือสถานการณ์ที่กำหนด ไม่ได้มุ่งเพียงการเรียนรู้ขั้นตอนที่หลากหลาย แต่ยังเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความเข้าใจในบริบทที่หลากหลายและสอดคล้องกับชีวิตจริง
3. การสอนโดยใช้การแก้ปัญหาวง (Teaching via problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้ให้ปัญหาวงเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่ โดยใช้ปัญหาวงในการศึกษาเนื้อหา คณิตศาสตร์ แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริง

นอกจากนี้ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน ดังนี้

1. ผู้สอนควรเตรียมปัญหาที่มีความเหมาะสมตามวัยและพัฒนาการของผู้เรียน โดยปัญหาที่นำมาควรเป็นปัญหาที่ดึงดูดความสนใจ ทำทลายความสามารถของผู้เรียน เป็นปัญหาที่มีข้อมูลขาดหาย มีข้อมูลเกิน หรืออาจมีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ และควรเป็นปัญหาที่แปลกใหม่ ไม่น่าคุ้นเคยสำหรับผู้เรียน

2. ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยน สื่อสารถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตนให้แก่ผู้อื่น ได้สะท้อนความคิดเห็น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่

3. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

4. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ

5. ผู้สอนควรให้ความรู้และสนับสนุนผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี

7. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนตั้งคำถามกับตัวเอง โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย แล้วให้ผู้เรียนลงมือสำรวจ สืบสวน สอบสวน ตลอดจนตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

8. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ช่องทางการสื่อสารมากกว่าหนึ่งช่องทาง ในการนำเสนอคำตอบและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

9. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ซึ่งจะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ

สสวท. (2555 ข, หน้า 104-105) ระบุว่า แนวทางการฝึกฝนผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. กระตุ้นให้มองเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้
2. ฝึกฝนให้คาดคะเนคำตอบ และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ เพื่อพัฒนาความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวน (Number sense)
3. ฝึกให้สามารถตีความหมายของคำตอบ

4. ส่งเสริมให้ทำแบบฝึกหัดที่มีวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี
5. ฝึกให้สร้างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ด้วยตนเอง
6. ฝึกการลงข้อสรุปทั่วไปจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สุคนธ์ ลินธพานนท์ และคณะ (2555, หน้า 146) กล่าวถึงแนวทางการส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานหรือกิจกรรมอยู่เสมอ
2. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง
3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล มีความเชื่อมั่น
4. ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิจารณ์ กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหา โดยกำหนดวิธีการวิเคราะห์ วิจารณ์ออกเป็นขั้น ๆ
5. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการวิเคราะห์-สังเคราะห์ และฝึกให้รู้จักออกความคิดเห็น
6. จัดสิ่งเร้าหรือมีการกระตุ้นที่ดี จัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาหรือประเด็นที่ท้าทายน่าสนใจ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้ให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา
7. จัดบรรยากาศการเรียนรู้ หรือจัดสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของนักเรียน เป็นไปในทางที่เปลี่ยนแปลงได้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 72-78) กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา
 - 1.1 การพัฒนาทักษะการอ่าน การอ่านเป็นปัจจัยสำคัญในการทำความเข้าใจปัญหา ที่จำเป็นต้องใช้สมาธิ ใช้ความพยายามในการเก็บรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด และจะต้องสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลส่วนใดสำคัญบ้าง
 - 1.2 การใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ มีกลวิธีหลายประการที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพ สร้างแบบจำลอง การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ให้เป็นเรื่องใกล้ตัว เป็นต้น
 - 1.3 การใช้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาในชีวิตจริงมาให้ให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจ เพราะปัญหาในชีวิตจริงนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากมาย ผู้แก้ปัญหามองต้องรู้จักเลือกเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามาพิจารณา หรือบางครั้งมีข้อมูลไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้แก้ปัญหามองต้องสืบหาข้อมูลมาให้เพียงพอแก่การแก้ปัญหา

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีแนวทางดังนี้

- 2.1 ครูต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง
- 2.2 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมาดัง ๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ ทราบว่าตนคิดอะไร ไม่ใช่คิดอยู่ในใจตนเองเงียบ ๆ อยู่คนเดียว
- 2.3 สร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้คิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ เพราะจะทำให้มองเห็นภาพรวมของการแก้ปัญหา สามารถประเมินความเป็นไปได้ทันที
- 2.4 จัดหาปัญหามาให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ ซึ่งจะต้องเป็นปัญหาที่ท้าทาย น่าสนใจ เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
- 2.5 ในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาให้มากกว่า 1 รูปแบบ เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด ไม่ติดยึดอยู่ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งโดยเฉพาะ

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ในขั้นดำเนินการตามแผน นักเรียนต้องตีความ ขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนตามลำดับขั้นตอน ความสามารถดังกล่าวนี้สามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้อย่างซ้ำ ๆ ในตัวผู้เรียนจากการทำโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดนั่นเอง โดยการฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อนแล้วจึงค่อยลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น ครูควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผนก่อนที่จะลงมือทำตามแผน โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้ว่าเหมาะสมกับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ มีแนวทางดังนี้

- 1) กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชินจนเป็นนิสัย ครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกตรวจสอบความถูกต้อง โดยให้หาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหาที่ครูสร้างขึ้น โดยเฉพาะก็ได้
- 2) ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ ก่อนลงมือคิดคำนวณ ควรฝึกให้นักเรียนกะประมาณ คาดคะเนคำตอบก่อน จากนั้นลงมือคิดคำนวณแล้วเทียบเคียงผลลัพธ์ที่ได้กับคำตอบที่คาดคะเนไว้ พิจารณาความเป็นไปได้
- 3) ฝึกการตีความหมายของคำตอบ เมื่อได้คำตอบของปัญหาแล้ว การตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบแต่เพียงอย่างเดียวนั้นยังไม่พอ ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักตีความหมายของคำตอบ ซึ่งให้เห็นว่าการตีความหมายของคำตอบนั้นมีความสำคัญเท่าเทียมกับวิธีการหาคำตอบ

4) สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี ซึ่งอาจจะเป็นวิธีที่คล้ายกับตัวอย่างหรือวิธีที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นมาเองจากประสบการณ์ของนักเรียนเองก็ได้ จากนั้นให้พิจารณาว่าวิธีการเหล่านั้นถูกต้องหรือไม่ แตกต่างจากวิธีการที่แสดงในตัวอย่างหรือไม่ วิธีการใดสั้นและกะทัดรัดกว่ากัน

5) ให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน โดยอาศัยสถานการณ์จากสภาพแวดล้อม จากกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตจริง รวมทั้งการดัดแปลงโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดสรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ควรฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง คิดอย่างมีเหตุผล และได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาที่เหมาะสมตามวัยและพัฒนาการอย่างสม่ำเสมอ จัดประสบการณ์ปัญหาที่ท้าทาย ใช้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาในชีวิตจริง และมีวิธีการหลากหลายในการแก้ปัญหา รวมทั้งควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน

6. การวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนสามารถใช้เครื่องมือ วิธีการ หรือกระบวนการต่าง ๆ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน นอกจากนี้ควรมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนสำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแนวคิดและเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

6.1 แนวคิดการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้แนวคิดการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สวท. (2555 ข, หน้า 127-131) กล่าวว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีรายการประเมินที่แสดงถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหา และจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดเพียงพอที่จะใช้ประเมินผลผู้เรียน นอกจากนี้ควรมีการบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่ผู้เรียนแสดงความสามารถในการมองปัญหาย้อนกลับ โดยการตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา วิธีแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ ตลอดจนการขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปได้

ซานนท์ จันทรา (2555, หน้า 100-101) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เป็นการประเมินจากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ควรทำการประเมินอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง วิธีการประเมิน

อาจใช้การสังเกตและใช้คำถามควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล เป็นกลุ่มขนาดเล็ก หรือการอภิปรายทั้งชั้นเรียน

สรุปได้ว่า การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดและประเมินจากพฤติกรรมที่แสดงออกในการค้นหาคำตอบของปัญหาอย่างมีขั้นตอน เป็นไปตามลำดับขั้นของการแก้ปัญหา โดยควรทำการประเมินอย่างต่อเนื่อง และใช้เครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย รวมทั้งต้องมีการกำหนดเกณฑ์ในการประเมินที่ชัดเจนและครอบคลุม

6.2 เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ โดย ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 17-22); เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร (2555, หน้า 184-185) และศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 255-256) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนว่า เป็นการประเมินเชิงคุณภาพที่สามารถระบุและแยกแยะระดับความสำเร็จในการเรียนหรือคุณภาพการปฏิบัติของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้สอนพิจารณาและตัดสินระดับความสามารถของผู้เรียนด้านความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะ และกระบวนการและการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยเกณฑ์การให้คะแนนเป็นการให้คะแนนที่ประเมินจากผลงานที่ผู้เรียนทำหรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก ซึ่งไม่ได้พิจารณาที่คำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่พิจารณาที่ขั้นตอนการทำงานของผู้เรียนด้วย ตลอดจนมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม โดยทั่วไปการให้คะแนนมี 2 รูปแบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบองค์รวมหรือภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนโดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนที่ควรมีเป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่ได้แยกเป็นด้าน ๆ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบรวมมักนำมาใช้ในการประเมินที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และต้องการผลที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ มากกว่าจะดูข้อบกพร่องส่วนย่อย ๆ โดย สสวท. ได้นำเสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวม ไว้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบองค์รวมของ สสวท.
(2555 ข, หน้า 128)

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบหรือแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อต้องการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา อาจแยกพิจารณาเกี่ยวกับความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบของปัญหา ซึ่งในการให้คะแนนจะกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้าน แล้วรายงานผลโดยจำแนกเป็นด้าน ๆ และอาจสรุปรวมคะแนนทุกด้าน

ด้วยก็ได้ ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ห้มีก้นำมาใช้ ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของผู้เรียน ในแต่ละด้าน เน้นการตอบสนองที่มีลักษณะเฉพาะ และไม่ได้เน้นความคิดสร้างสรรค์ แล้วนำผล ของการประเมินที่ได้ไปส่งเสริมจุดเด่นหรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้น หรือใช้ในการประเมินผล การเรียนรู้ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพก่อนที่ ผู้เรียนจะเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบแยกองค์ประกอบ เนื่องจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบมีความครอบคลุม ขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาดในการให้คะแนน โดยนพพร แหยมแสง (2556, หน้า 243) ได้กล่าวถึงข้อดีของการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ ดังนี้

1. พิจารณากระบวนการการแก้ปัญหาในหลายรายการ ไม่เฉพาะเจาะจง
2. หาวิธีดีค่าการทำงานของนักเรียนออกมาเป็นจำนวน
3. ช่วยให้ผู้มีเป้าหมายการพิจารณาจุดแข็งจุดอ่อน
4. มีข้อมูลที่จำเพาะเจาะจงเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกิจกรรมการสอนต่าง ๆ
5. สามารถให้นำหนักในรายการต่าง ๆ ได้

โดยผู้วิจัยได้รวบรวมตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบแยกองค์ประกอบไว้ ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 113-114) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของ สิริพร ทิพย์คง (2544, หน้า 113-114)

รายการประเมิน	คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
ความเข้าใจปัญหา	2	สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	1	สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
	0	เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย

ตารางที่ 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	2	สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเขียนประโยค คณิตศาสตร์ถูก
	1	สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบ ที่ถูก แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยค คณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	0	สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	2	สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	1	สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหามบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง
	0	สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การตอบ	2	สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	1	สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
	0	เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

สสวท. (2555 ค, หน้า 130) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบของ สสวท.
(2555 ค, หน้า 130)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุม ประเด็นของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่สามารถเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธี แก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน ได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายัง ไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การตรวจสอบ คำตอบ	3 (ดี)	- ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- ตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือตรวจสอบคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่ตรวจสอบคำตอบ หรือตรวจสอบ คำตอบไม่ถูกต้อง

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 118) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินผล
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ
ของ เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 118)

องค์ประกอบของ การแก้ปัญหา	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจ ปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่เข้าใจปัญหา
การวางแผน การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน
	2 (พอใช้)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
การดำเนิน การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การสรุปและ ตรวจคำตอบ	3 (ดี)	- มีการสรุปและตรวจคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- มีการสรุปคำตอบแต่ไม่ตรวจสอบคำตอบ
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปและไม่มีการตรวจคำตอบ

นพพร แหยมแสง (2556, หน้า 243) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ
ของ นพพร แหยมแสง (2556, หน้า 243)

คะแนนแบบวิเคราะห์	
ความเข้าใจปัญหา	0: ผิดทั้งหมด 1: บางส่วนเข้าใจผิด หรือเข้าใจผิดบางส่วน 2: เข้าใจปัญหาได้อย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

คะแนนแบบวิเคราะห์	
การวางแผนแก้ปัญหา	0: ไม่พยายามหรือวางแผนไม่เหมาะสม 1: วางแผนถูกต้องบางส่วน 2: การวางแผนนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
ได้คำตอบ	0: ไม่ได้คำตอบ คำตอบผิด เนื่องจากวางแผนไม่ถูกต้อง 1: คัดลอกคลาดเคลื่อน คิดคำนวณคลาดเคลื่อน คำตอบมีครบถ้วน กรณีมีคำตอบหลากหลาย 2: คำตอบถูกต้อง คัดลอกได้ถูกต้อง

จากการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ประเมินได้จากการแสดงออกตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยใช้เครื่องมือในการประเมินที่หลากหลายในการประเมิน และควรประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่นิยมคือ การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ และการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบตามแนวคิด DAPIC ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
แบบแยกองค์ประกอบตามแนวคิด DAPIC ของผู้วิจัย

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
1. การทำความเข้าใจ	2	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง
	1	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง หรือ - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง หรือ - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง บางส่วน
	0	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
2. การระบุเงื่อนไขของปัญหา	2	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และครบถ้วน
	1	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
	0	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา
3. การวางแผน	2	- วางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง
	1	- วางแผนแก้ปัญหาถูกต้องบางขั้นตอน
	0	- ไม่วางแผนแก้ปัญหา หรือ - วางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
4. การดำเนินการแก้ปัญหา	2	- ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้จนได้คำตอบที่ถูกต้อง
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้แต่คำนวณผิดพลาด หรือ - ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ได้เพียงบางส่วน
	0	- ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่ดำเนินการแก้ปัญหา

ตารางที่ 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
5. การสรุป	2	- เขียนสรุปคำตอบถูกต้อง และครบถ้วน
คำตอบ	1	- เขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือ - สรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	0	- เขียนสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่เขียนสรุปคำตอบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Wilson (1971, p. 643) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2538, หน้า 24) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถต่าง ๆ ทางสมองที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตามหลักสูตร

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถทางสติปัญญาที่ได้รับจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นความสามารถที่ผู้เรียนได้สะท้อนว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระไม่ว่าจะเป็นคำศัพท์ ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด บทนิยาม ทฤษฎีบท หลักการ ลำดับขั้นตอน กฎ สูตร (Wilson, 1971, pp. 645-696 อ้างถึงใน ชานนท์ จันทรา, 2555, หน้า 43-45) โดย วิลสัน (Wilson, 1971) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านพุทธิพิสัยหรือด้านสติปัญญาในวิชาคณิตศาสตร์เป็น 4 ระดับ ดังนี้ (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538, หน้า 75; เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร, 2555, หน้า 150-154; อนันต์ จันทร์กวี, 2537,

หน้า 254-259; อุษาวดี จันทรสุนธิ, 2556, หน้า 59-60)

1. ความรู้ความจำและการคิดคำนวณ (Computation) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม ตลอดจนความสามารถในกระบวนการคิดคำนวณอย่างง่าย ๆ เป็นการคิดแก้โจทย์ปัญหาง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Specific facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันยาวนานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกถึงหรือจำศัพท์และคำนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้ขั้นตอนวิธี (Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็น โจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่างที่นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ที่รู้หรือเรียนมาแล้วมาสัมพันธ์กับ โจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถอธิบาย ยกตัวอย่าง จำแนก แปลความ ตีความ สรุปความ หรือขยายความได้ เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ได้แก่

2.1 ความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Principles, rules and generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และ ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับ โจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ได้

2.3 ความเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความเข้าใจในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Transform problem elements from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความเข้าใจแนวทางการให้เหตุผล (Follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่าน และเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความเข้าใจการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Read and interpret a problem) เป็นความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาบ้างและต้องการถามเรื่องอะไร รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ ข้อความที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการนำความรู้ ทักษะ หลักการ ข้อเท็จจริง หรือทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้ โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้ต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่ผู้เรียนเคยฝึกทำมาแล้ว แบ่งออกเป็น 4 ชั้น

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาธรรมดา (Solve routine problems) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหานั้น อาจจะต้องใช้วิธีการคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์

ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบคือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ รูปลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตร (Recognize patterns, isomorphism and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นระดับที่วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา มีลักษณะซับซ้อน หรือ โจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน แต่ต้องอยู่ในขอบข่ายเนื้อหาที่เคยเรียนมา การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ชั้น ได้แก่

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา (Solve non-routine problems) เป็นความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาที่ไม่สามารถคิดคำนวณโดยตรงได้คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ ความคิดรวบยอด นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์แบบเดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Construct proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเองซึ่งไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้ โดยผู้พิสูจน์จะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์ (Criticize proofs) เป็นความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์ เป็นการชี้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่าการเขียนพิสูจน์ เพราะจะต้องชี้เหตุผลว่าการพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่

4.5 ความสามารถในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับนัยทั่วไปและตรวจสอบความถูกต้องของนัยทั่วไป (Formulate and validate generalization) เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และเขียนการพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ ข้อคำถามจะแสดงความสมเหตุสมผล

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 44-45) ได้ระบุระดับพฤติกรรมด้านสติปัญญาตามแนวคิดของวิลสัน และการแสดงออกของพฤติกรรม ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านสติปัญญา

ด้าน	การแสดงออก	พฤติกรรมที่แสดงออก
1. ความรู้ ความจำ และ การคิดคำนวณ (Computation)	บอก บ่งชี้ ระบุ เลือก บรรยาย กำหนด นิยาม ระลึก คิดคำนวณ	- บอกความหมาย คำศัพท์ บทนิยาม ทฤษฎีบท กฎ สูตร วิธีการ ขั้นตอน ข้อเท็จจริง และข้อตกลงต่าง ๆ - ปฏิบัติตามคำสั่ง โดยใช้กระบวนการคิดคำนวณ อย่างง่าย ๆ ได้
2. ความเข้าใจ (Comprehension)	อธิบาย ยกตัวอย่าง แปล สรุปรูป จัดลำดับ จำแนก คาดคะเน เปรียบเทียบ เลือก ตีความ เขียน อธิบาย แสดง ให้เห็น	- อธิบายและยกตัวอย่างประกอบ - เปรียบเทียบความเหมือนหรือแตกต่างกัน - สรุปรหรือบอกความหมายของเรื่องราวที่เคยเรียน มาแล้ว โดยใช้คำพูดของตนเองหรือเลือกความหมาย ที่กำหนดให้ซึ่งเขียนขึ้นในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างไปจาก ที่เคยเรียนมาในชั้นเรียน - สรุปรความหมายของเรื่องให้เป็นกฎ หลักการ หรือ สรุปรเป็นกรณีทั่วไป หรือหาค่าสัญลักษณ์โดยอาศัย โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ - แปลงหรือเปลี่ยนรูปจากข้อความที่เป็นภาษาให้เป็น สัญลักษณ์หรือภาพหรือจากสัญลักษณ์ให้เป็นภาพ หรือสลับกัน - ชี้บ่งความสมเหตุสมผลของข้อความทางคณิตศาสตร์ - แปลความหรือตีความ โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ ว่าข้อความนั้นกำหนดอะไรให้ และต้องการถามหา อะไร

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ด้าน	การแสดงผล	พฤติกรรมที่แสดงผล
3. การนำไปใช้ (Application)	นำความรู้ไปใช้ เลือก สร้าง แสดง การแก้ปัญหา หาคำตอบ สาริต ปฏิบัติ อธิบาย ดำเนินการตัดแปลง	- นำความรู้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือเกิดขึ้นจริง - ใช้ความคิดรวบยอดและหลักการกับสถานการณ์ ใหม่ ๆ ได้
4. การวิเคราะห์ (Analysis)	บ่งชี้ จำแนก แยกแยะ ค้นหา เลือก เปรียบเทียบ บอกความแตกต่าง ความคล้ายคลึง พิสูจน์ ตรวจสอบ	- แยกแนวคิดที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ - แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือปัญหาที่ไม่ธรรมดา - ค้นหาความสัมพันธ์ - บอกความเหมือนและความแตกต่าง - พิสูจน์เอกลักษณ์ กฎ สูตร หรือข้อความ ทางคณิตศาสตร์ - วิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์ข้อความทางคณิตศาสตร์ - ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับนัยทั่วไปและตรวจสอบ ความถูกต้องของนัยทั่วไป

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์เป็นการวัดความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดของวิลสัน เป็นแนวทางในการประเมินตรวจสอบความรู้ความสามารถทางสติปัญญาของผู้เรียนในสิ่งที่เรียน ผ่านไปแล้ว และให้ครอบคลุมระดับพฤติกรรม ดังนี้

1. ด้านความรู้ ความจำ และการคำนวณ วัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้ว และกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหา และการคิดคำนวณง่าย ๆ
2. ด้านความเข้าใจ วัดความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาแล้ว มาสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา ตลอดจนความสามารถในการอธิบาย ยกตัวอย่าง จำแนก แปลความ ตีความ สรุปความ หรือ ขยายความ

3. ด้านการนำไปใช้ วัดความสามารถในการนำกฎ สมบัติ ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว ไปแก้โจทย์ปัญหาใหม่ให้สำเร็จ

4. ด้านการวิเคราะห์ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะซับซ้อน ไม่เคยพบมาก่อน แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับครูในการตรวจสอบ พฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอันเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของครู โดยมี นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนใน โรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) สรุปว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดเพียงใด

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือหนึ่งซึ่งช่วยให้ครูผู้สอนสามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริง ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถ รวมถึงทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์

4. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้ นักการศึกษาได้ระบุ ดังนี้

เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร (2555, หน้า 154) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หรือหลักสูตรสถานศึกษา แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 2 จากข้อมูลในขั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งพฤติกรรมที่วัดในวิชาคณิตศาสตร์เป็นพฤติกรรมระดับความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 4 จากข้อมูลในขั้นที่ 2 และ 3 นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 5 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบ และทำการสร้างข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 4

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 87-93) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้หรือเรื่องที่ต้องการวัด

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมิน สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3. เลือกประเภทของแบบทดสอบโดยอาจเป็นแบบปรนัยทั้งหมด แบบอัตนัยทั้งหมด หรือแบบปรนัยผสมกับแบบอัตนัย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้

4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้สอบ เช่น การสอบย่อยหรือสอบเก็บคะแนน อาจใช้เวลา 30-60 นาที การสอบปลายภาคหรือสอบปลายปี อาจใช้เวลา 100-120 นาที เป็นต้น โดยในส่วนของจำนวนข้อสอบและคะแนนนั้นต้องสัมพันธ์หรือเหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอบและรูปแบบของแบบทดสอบด้วย

5. จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Table of specification) เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่มุ่งวัดตามอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยพฤติกรรม

ที่มุ่งวัดนั้น อาจใช้ความสามารถด้านความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ ความจำ และ การคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ หรืออาจผสมผสานระหว่าง ความสามารถด้านความรู้ ความคิดกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดทำตาราง วิเคราะห์ข้อสอบนี้จะช่วยทำให้ได้แบบทดสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา

6. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะและแนวทางที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ ข้อสอบที่กำหนด

7. ตรวจสอบความตรงและความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

7.1 การตรวจสอบความตรงของแบบทดสอบนั้น สามารถทำได้โดยนำแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์หรือด้านการวัดและการประเมิน ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 หรือ 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยการประเมิน ความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับเนื้อหา สารและจุดประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทั้งพิจารณา ความเหมาะสม ความชัดเจนของข้อคำถามและตัวเลือก โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of consistency: IOC) จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุง แก้ไขให้เหมาะสมตามคำแนะนำ และทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความเหมาะสม โดยพิจารณา ค่า IOC ของข้อสอบแต่ละข้อจากการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดซึ่งต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

7.2 การหาระดับความยากง่าย ระดับอำนาจจำแนก และความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ สามารถทำได้โดยนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญและได้ทำ การแก้ไขปรับปรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่ประชากรที่ศึกษา ที่มี ลักษณะเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุดกับประชากร เพื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบมา วิเคราะห์หาดัชนีความยาก (Difficulty index: p) ดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination index: D หรือ r) และค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ

8. แก้ไขปรับปรุงจนได้ข้อสอบที่มีคุณภาพและจัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับประชากรที่ศึกษาต่อไป

สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีขั้นตอน ที่สำคัญ ดังนี้ 1) การศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์ การเรียนรู้ 2) สร้างตารางวิเคราะห์แบบทดสอบ และวิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบ 3) สร้างแบบทดสอบตามแนวทางที่ได้วิเคราะห์ไว้ 4) ตรวจสอบ คุณภาพของแบบทดสอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ลิขิต สุเมธานุสรณ์ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสมการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ของโพลยา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวัดท่าหัวแหวน (ประจักษ์พงษ์วิทยา) อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 28 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ของโพลยา อยู่ในระดับมาก

สมใจ มั่งคั่ง (2555) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีค่าสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จักรกฤษ แกมเงิน (2557) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้สมการและโจทย์ปัญหาตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยขาแข้งวิทยาคม ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน ผลการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้สมการและโจทย์ปัญหา ตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.16 และความสามารถของนักเรียนหลังจากเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้สมการและโจทย์ปัญหา ตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบ STAD มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.84

สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเลือกมาแบบเจาะจง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี 2) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุณิสา สุมิรัตนะ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 104 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 52 คน ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่

(1) ขั้นตอนกำหนดปัญหาในบริบทชีวิตจริง (2) ขั้นตอนคิดค้นและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา (3) ขั้นนำเสนอและอภิปรายแลกเปลี่ยน (4) ขั้นสร้างความเป็นแบบแผน และ (5) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ และจากการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนการรู้คณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังจากเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยต่างประเทศ

Zakaria, Chin, and Daud (2010) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 44 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 38 คน เป็นนักเรียนในรัฐซาลาวัก ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Supardi and Zukarnain (2015) ได้ทำการศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบร่วมมือเทคนิค STAD กับ TPS ไม่แตกต่างกัน แต่ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TPS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น มีพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่มอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ยังช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย ผู้วิจัยคาดว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC จะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่คาดหวังและช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างดี ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากร
2. เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ่อวิทยาการ อำเภอลำดวน จังหวัดจันทบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 13 คน

เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC และแบบทดสอบระหว่างเรียน

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC จำนวน 4 แผน ใช้เวลาในการสอน 12 คาบ คาบละ 50 นาที ดังนี้

- | | |
|---|-------------|
| 1.1.1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก | จำนวน 2 คาบ |
| 1.1.2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส | จำนวน 4 คาบ |
| 1.1.3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส | จำนวน 3 คาบ |
| 1.1.4 การนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ | จำนวน 3 คาบ |

1.2 แบบทดสอบระหว่างเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ชุด
ดังนี้

- | | |
|---|--------------|
| 1.2.1 สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก | จำนวน 10 ข้อ |
| 1.2.2 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส | จำนวน 10 ข้อ |
| 1.2.3 บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส | จำนวน 10 ข้อ |
| 1.2.4 การนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ | จำนวน 10 ข้อ |

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC และแบบทดสอบระหว่างเรียน

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC จำนวน 4 แผน มีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) และแนวคิด DAPIC

1.1.4 วิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และเวลาที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และเวลา

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1	<p>ค 3.2 ม.2/2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม</p>	ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และการนำไปใช้	<p>1. นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้</p>	สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	2

ตารางที่ 13 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
2	<p>ค 3.2 ม.2/2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม</p>	<p>ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และ การนำไปใช้</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ 2. นักเรียนหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวของด้านสองด้านให้โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ 3. นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 	<p>ทฤษฎีบท พีทาโกรัส</p>	4

ตารางที่ 13 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
3	<p>ค 3.2 ม.2/2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม</p>	<p>ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และการนำไปใช้</p>	<p>1. นักเรียนสามารถเขียนบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้</p>	<p>บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส</p>	3

ตารางที่ 13 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (คาบ)
4	<p>ค 3.2 ม.2/2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม.2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา</p> <p>ค 6.1 ม.2/2 ใช้ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม</p>	<p>ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และ การนำไปใช้</p>	<p>1. นักเรียนสามารถนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้</p>	<p>การนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้</p>	3
รวม					12

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 แผน ให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

- มาตรฐานการเรียนรู้
- ตัวชี้วัด
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- สาระสำคัญ
- สาระการเรียนรู้
- กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้น คือ
 - ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอบทเรียน
 - ขั้นที่ 2 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย โดยใช้แนวคิด DAPIC ในการแก้ปัญหา
 - ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย
 - ขั้นที่ 4 ขั้นการประกาศผล
- สื่อ/ อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้
- การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของภาษา จุดประสงค์การเรียนรู้ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความชัดเจน ความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ภาษาที่ใช้ หลักการ แนวคิด ทฤษฎี และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน เพื่อนำข้อเสนอมาปรับปรุงแก้ไข โดยการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งมี 5 ระดับ ได้แก่

- 5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.8 วิเคราะห์หาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำความคิดเห็นจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน มาหาค่าเฉลี่ยและแปลความหมาย โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินความคิดเห็นเฉลี่ย 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99-100) ซึ่งมีความหมายดังนี้

4.51- 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.51- 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

2.51- 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

1.51- 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1.00- 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมจะต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.67 , ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.36) (รายละเอียดภาคผนวก ข) โดยแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และสอดคล้องตรงตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) และมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญว่าควรเพิ่มเติมรายละเอียดของสาระการเรียนรู้ เขียนสาระสำคัญให้มีความชัดเจน และการสร้างรูปเรขาคณิตในใบงานหรือใบกิจกรรมควรปรับให้ได้สัดส่วนที่เหมาะสมและถูกต้อง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC มาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดกพรมหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2560 ที่ไม่ใช่ประชากรที่ศึกษา จำนวน 18 คน ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับประชากร โดยเป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนมัธยมขนาดเล็ก สหวิทยาเขตบุษราคัม คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2558-2560 เท่ากับ 23.57 ซึ่งใกล้เคียงกับโรงเรียนบ่อวิทยาคาร ผลการใช้พบว่า ใบงานยังมีความผิดพลาดของรูปแบบการพิมพ์ และการสร้างรูปในบางส่วน ซึ่งได้มีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง ส่วนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนให้ความสนใจ และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างดี แต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ต้องใช้เวลาในการทำใบกิจกรรมที่ 2 ค่อนข้างมาก ทำให้มีเวลาไม่เพียงพอสำหรับการทำงานที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้ปรับลดกิจกรรมลงที่ให้ผู้เรียนช่วยกันคิด โจทย์ปัญหา แล้วให้เพื่อนกลุ่มอื่นแก้ปัญหามา โจทย์นั้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำใบกิจกรรมที่ 2 อย่างเต็มที่ เพื่อนำความรู้มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในใบงานที่ 2 และสามารถจัดกิจกรรมได้ทันตามเวลาที่กำหนด

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่ปรับปรุงแล้ว ไปใช้กับประชากรที่ศึกษา

2. แบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ชุด มีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม
			ความรู้/ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	
1	สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้	4 (2)	4 (2)	-	-	8 (4)

ตารางที่ 14 (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ จำแนกตาม ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม
			ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
1	สมบัติของ รูป สามเหลี่ยม มุมฉาก	2. นักเรียนสามารถ นำความสัมพันธ์ ระหว่างความยาวของ ด้านทั้งสามของรูป สามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ ในการแก้ปัญหาได้	-	6 (3)	6 (3)	-	12 (6)
		รวม	4 (2)	10 (6)	6 (3)	-	20 (10)
2	ทฤษฎีบท พีทาโกรัส	3. นักเรียนสามารถ เขียนความสัมพันธ์ของ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จัตุรัสบนด้านทั้งสาม ของรูปสามเหลี่ยม มุมฉากตามทฤษฎีบท พีทาโกรัสได้	4 (2)	2 (1)	-	-	6 (3)
		4. นักเรียนสามารถหา ความยาวของด้านใด ด้านหนึ่งของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาว ของด้านสองด้านให้ โดยใช้ทฤษฎีบท พีทาโกรัสได้	2 (1)	4 (2)	2 (1)	-	8 (4)

ตารางที่ 14 (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ จำแนกตาม ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด				รวม
			ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
2	ทฤษฎีบท พีทาโกรัส	5. นักเรียนสามารถนำ	-	2	2	2	6
		ทฤษฎีบทพีทาโกรัสไป ใช้ในการแก้ปัญหาได้		(1)	(1)	(1)	(3)
รวม			6 (3)	8 (4)	4 (2)	2 (1)	20 (10)
3	บทกลับ ของ ทฤษฎีบท พีทาโกรัส	6. นักเรียนสามารถ	2	4	-	-	6
		เขียนบทกลับของ ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	(1)	(2)			(3)
	พีทาโกรัส	7. นักเรียนสามารถนำ	-	6	6	2	14
		บทกลับของทฤษฎีบท พีทาโกรัสไปใช้ ในการแก้ปัญหาได้		(3)	(3)	(1)	(7)
รวม			2 (1)	10 (5)	6 (3)	2 (1)	20 (10)
4	การนำ บทกลับ และ ทฤษฎีบท พีทาโกรัส ไปใช้	8. นักเรียนสามารถ	-	8	6	6	20
		นำบทกลับและ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ไปใช้ในการแก้ปัญหา ในชีวิตจริงได้		(4)	(3)	(3)	(10)
รวม			-	8 (4)	6 (3)	6 (3)	20 (10)

หมายเหตุ จำนวนข้อสอบ a (b) หมายถึง จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้น a ข้อ คัดเลือกไว้ใช้จริง b ข้อ

2.3 สร้างแบบทดสอบระหว่างเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ชุด ชุดละ 20 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบระหว่างเรียนที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษา รูปแบบการพิมพ์ ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.4 นำแบบทดสอบระหว่างเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถาม และข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of item objective congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้น ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้น สอดคล้องกับจุดประสงค์
- + 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้น สอดคล้องกับจุดประสงค์

โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้ ส่วนข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า .50 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง (สุริพร อนุศาสนนันท์, 2554, หน้า 176)

ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละชุดมีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ .00- 1.00 (รายละเอียดภาคผนวก ข) ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์การพิจารณามีจำนวน 3 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 2 ของแบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยมีตัวเลือกซ้ำกัน จึงปรับแก้ให้ถูกต้อง และข้อที่ 14, 15 ของแบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยข้อที่ 14 ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไขรูปภาพในข้อคำถามให้ชัดเจน และข้อที่ 15 ข้อคำถามไม่สามารถนำพื้นที่ (ตารางเซนติเมตร) กับความยาวรอบรูป (เซนติเมตร) มาลบกันได้ เนื่องจากมีหน่วยไม่เหมือนกัน จึงปรับแก้ข้อคำถามให้เหมาะสม นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรใช้ความยาวด้านในอัตราส่วนที่หลากหลาย สัดส่วนของรูปภาพที่ใช้ควรมีความสมเหตุสมผล และตรวจสอบข้อคำถามและเฉลยให้ถูกต้อง

2.5 นำแบบทดสอบระหว่างเรียน ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน ตกพรมหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2560 จำนวน 18 คน ที่ไม่ใช่ประชากรที่ศึกษา ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับที่ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.6 นำแบบทดสอบระหว่างเรียนมาตรวจให้คะแนน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ จากนั้นเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .20-.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

2.7 คัดเลือกข้อสอบแต่ละชุดจำนวน 10 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแบบทดสอบระหว่างเรียนที่คัดเลือกมาชุดละ 10 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .22-.72 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ .21-.80 (รายละเอียดภาคผนวก ข)

2.8 นำแบบทดสอบระหว่างเรียนที่คัดเลือกแล้ว จำนวน 4 ชุด ชุดละ 10 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ (r_{cc}) แบบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของ Lovett โดยกำหนดคะแนนจุดตัดที่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม นั่นคือ 7 คะแนนจากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไม่ควรต่ำกว่า .70 พบว่า ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบระหว่างเรียนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-4 มีค่า .89, .81, .76 และ .84 ตามลำดับ

2.9 นำแบบทดสอบระหว่างเรียนที่ผ่านการคัดเลือกและหาคุณภาพแล้ว ไปใช้กับประชากรที่ศึกษา

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.2 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ
สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2 (1)
ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	2. นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2 (1)
บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส	3. นักเรียนสามารถนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	2 (1)
การนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้	4. นักเรียนสามารถนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้	4 (2)
รวม		10 (5)

หมายเหตุ จำนวนข้อสอบ a (b) หมายถึง จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้น a ข้อ คัดเลือกไว้ใช้จริง b ข้อ

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) แล้วนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พร้อมด้วยเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษา รูปแบบการพิมพ์ ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสพร้อมด้วยเกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถาม และ

ข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- + 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

ใช้เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้ ส่วนข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า .50 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง (สุริพร อนุศาสนนันท์, 2554, หน้า 176)

ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 (รายละเอียดภาคผนวก ข) เป็นข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยให้แยกชั้นการวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหา ออกเป็น 2 ข้อ ตามขั้นของแนวคิด DAPIC ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงเกณฑ์การประเมิน เพื่อให้มีความชัดเจน ครบถ้วน และครอบคลุมประเด็นในการประเมินมากขึ้น

3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดกพรวิทยาคาร ปีการศึกษา 2560 จำนวน 18 คน ที่ไม่ใช่ประชากรที่ศึกษา ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับที่ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มาตรวจให้คะแนน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P_D) และค่าอำนาจจำแนก (D) จากนั้นเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P_D) ตั้งแต่ .20-.80 ค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแบบทดสอบที่คัดเลือกมา 5 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .36-.55 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .36-.49 (รายละเอียดภาคผนวก ข)

3.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แบบอัตนัย ที่คัดเลือกแล้วจำนวน 5 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา โดยใช้สูตรครอนบัก (Cronbach) ค่าที่ได้ไม่ควรต่ำกว่า .70 พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ .86

3.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ผ่านการคัดเลือกและหาคุณภาพแล้ว จำนวน 5 ข้อ ไปใช้กับประชากรที่ศึกษา

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

4.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์

4.2 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด				รวม
		ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
		สมบัติของ รูป สามเหลี่ยม มุมฉาก	1. นักเรียนสามารถเขียน สมการแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างความยาวของด้าน ทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม มุมฉากได้	4 (2)	4 (2)	

ตารางที่ 16 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ จำแนกตามระดับพฤติกรรม ที่ต้องการวัด				รวม
		ความรู้/ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
		ทฤษฎีบท พีทาโกรัส	2. นักเรียนสามารถเขียน ความสัมพันธ์ของพื้นที่ ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส บนด้านทั้งสามของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก ตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้	4 (2)	4 (2)	
บทกลับ ของทฤษฎี บท พีทาโกรัส	3. นักเรียนสามารถเขียน บทกลับของทฤษฎีบท พีทาโกรัสได้	-	4 (2)	2 (1)	2 (1)	8 (4)
การนำบท กลับและ ทฤษฎีบท พีทาโกรัส ไปใช้	4. นักเรียนสามารถนำ บทกลับและทฤษฎีบท พีทาโกรัสไปใช้ ในการแก้ปัญหาในชีวิต จริงได้	-	2 (1)	4 (2)	2 (1)	8 (4)
	รวม	8 (4)	14 (7)	12 (6)	6 (3)	40 (20)

หมายเหตุ จำนวนข้อสอบ a (b) หมายถึง จำนวนข้อสอบที่สร้างขึ้น a ข้อ คัดเลือกไว้ใช้จริง b ข้อ

4.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบท
พีทาโกรัส ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ แล้วนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

ของภาษา รูปแบบการพิมพ์ ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถาม และข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- + 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

ใช้เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้ ส่วนข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า .50 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง (สุริพร อนุศาสนนันท์, 2554, หน้า 176)

ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ .20-1.00 (รายละเอียดภาคผนวก ข) โดยมี 2 ข้อที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ คือข้อที่ 10 มีตัวเลือกที่ 3) และ 4) ซ้ำกัน ผู้เชี่ยวชาญให้ตรวจสอบและแก้ไขให้ถูกต้อง และข้อที่ 19 ไม่มีรูปภาพในข้อคำถาม ผู้เชี่ยวชาญให้เพิ่มรูปในข้อสอบให้ถูกต้องทั้งนี้ได้ปรับปรุงข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า .50 และตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในการสร้างรูปให้มีความเหมาะสมชัดเจน ภาษาที่ใช้ และการตรวจทานความถูกต้องของข้อคำถาม ตัวเลือกและเฉลย

4.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนตกรวมวิทยาคาร จำนวน 18 คน ที่ไม่ใช่ประชากรที่ศึกษา แต่เป็นกลุ่มเดียวกับที่ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

4.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มาตรวจให้คะแนน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ จากนั้นเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .20-.80 ค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งแบบทดสอบ

ที่คัดเลือกมา 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .28-.67 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .25-.69 (รายละเอียดภาคผนวก ข)

4.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ ทั้งฉบับ (r_{cc}) แบบอิงเกณฑ์ โดยวิธีของ Lovett โดยกำหนดคะแนนจุดตัดที่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม นั่นคือ 14 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไม่ควรต่ำกว่า .70 พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ .80

4.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่ผ่านการคัดเลือกและหาคุณภาพแล้ว ไปใช้กับประชากรที่ศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. จัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ดำเนินการจัดกลุ่มผู้เรียน ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน ระยะเวลาความสามารถทางการเรียน คือ เด็กเรียนเก่ง 1 คน เด็กเรียนปานกลาง 2-3 คน และเด็กเรียนอ่อน 1 คน ซึ่งมีวิธีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มดังนี้

2.1 จัดอันดับนักเรียนในชั้นจากเก่งที่สุดไปหาอ่อนที่สุด โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

2.2 หาจำนวนกลุ่มทั้งหมดว่ามีกี่กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน ซึ่งสามารถแบ่งนักเรียนได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม จากนักเรียนทั้งหมด 13 คน

2.3 กำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อให้ได้กลุ่มที่มีความใกล้เคียงกัน ตามประเด็นต่อไปนี้ คือ แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนที่ระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน และระดับผลการเรียนโดยเฉลี่ยของทุกกลุ่มจะต้องใกล้เคียงกัน โดยเริ่มจากนักเรียนที่เก่งที่สุดให้อยู่ในกลุ่มแรก ไล่ไปเรื่อย ๆ จนครบจำนวนกลุ่ม จากนั้นเริ่มใหม่แต่เปลี่ยนไล่ย้อนกลับ คือ ให้คนถัดไปอยู่ในกลุ่มสุดท้าย แล้วค่อย ๆ ไล่ขึ้นมาถึงกลุ่มแรก ทำซ้ำแบบเดิมจนถึงนักเรียนที่เรียนอ่อนที่สุด จะได้นักเรียนแต่ละกลุ่มที่ละความสามารถทางการเรียน

3. ชี้แจงให้ประชากรที่ศึกษาทราบถึงการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้เวลา 12 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเอง โดยมีเกณฑ์การคำนวณคะแนนพัฒนาการ ดังนี้

ได้ 0 คะแนน	เมื่อคะแนนทดสอบระหว่างเรียนต่ำกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10 คะแนน
ได้ 10 คะแนน	เมื่อคะแนนทดสอบระหว่างเรียนต่ำกว่าหรือสูงกว่าคะแนนฐาน 0-10 คะแนน
ได้ 20 คะแนน	เมื่อคะแนนทดสอบระหว่างเรียนสูงกว่าคะแนนฐาน 11-20 คะแนน
ได้ 30 คะแนน	เมื่อคะแนนทดสอบระหว่างเรียนสูงกว่าคะแนนฐานมากกว่า 20 คะแนน

4. หลังดำเนินการสอนเสร็จสิ้นแล้วทั้ง 12 คาบ ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) จำนวน 2 คาบ โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 1 คาบ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 1 คาบ

5. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
1. การทำ ความเข้าใจ	2	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง
	1	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง หรือ - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง หรือ - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง บางส่วน
	0	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
2. การระบุ เงื่อนไขของ ปัญหา	2	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และครบถ้วน
	1	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
	0	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา
3. การวางแผน	2	- วางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง
	1	- วางแผนแก้ปัญหาถูกต้องบางขั้นตอน
	0	- ไม่วางแผนแก้ปัญหา หรือ - วางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
4. การ ดำเนินการ แก้ปัญหา	2	- ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้จนได้คำตอบที่ถูกต้อง
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้แต่คำนวณผิดพลาด หรือ - ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ได้เพียงบางส่วน
	0	- ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่ดำเนินการแก้ปัญหา

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
5. การสรุป	2	- เขียนสรุปคำตอบถูกต้อง
คำตอบ	1	- เขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน
	0	- เขียนสรุปคำตอบไม่ถูก หรือ
		- ไม่เขียนสรุปคำตอบ

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ ข้อที่นักเรียนตอบถูกให้คะแนนเป็น 1 ส่วนข้อที่นักเรียนตอบผิดให้คะแนนเป็น 0

7. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ร้อยละ

1.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ร้อยละ

2. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยวิเคราะห์ตามขั้นการแก้ปัญหามาแนวคิด DAPIC จำแนกตามระดับเกณฑ์การให้คะแนน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย มีสูตรดังนี้ (นพพร ธนะชัยจันทร์, 2555, หน้า 16-17)

$$\mu = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยของประชากร
	$\sum X$	แทน	ผลบวกของข้อมูลทั้งหมดในประชากร
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมดของประชากร

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีสูตรดังนี้ (นพพร ธนะชัยจันทร์, 2555, หน้า 38-39)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2}$$

เมื่อ	σ	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร
	$\sum X$	แทน	ผลบวกของข้อมูลทั้งหมดในประชากร
	$\sum X^2$	แทน	ผลบวกของข้อมูลแต่ละตัวในประชากรยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมดของประชากร

1.3 หาค่าร้อยละ มีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 90)

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

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีสูตรหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ ดังนี้ (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2548, หน้า 150)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
-------	-------	-----	--

$$p = \frac{\sum R}{N}$$

แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีสูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 210)

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

เมื่อ	p	แทน	ความยากง่ายของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

2.3 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) มีสูตรดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548, หน้า 149-150)

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

เมื่อ	P_D	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้สอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด

2.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยวิธีของ Brennan มีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 90)

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

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์
	n_2	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

2.5 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (D.R. Whitney & D.L. Sabers) มีสูตรดังนี้ (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538, หน้า 147-148)

$$D = \frac{S_u - S_l}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	S_u	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_l	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อนรวมกัน

2.6 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยวิธีของ Lovett มีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 96)

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

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	X_i	แทน	คะแนนของแต่ละคน
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

2.7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา โดยใช้สูตรครอนบัก (Cronbach) มีสูตรดังนี้ (ยุทธ ไกรวรรณ, 2553, หน้า 469)

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	K	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในประชากรที่ศึกษา
μ	แทน	คะแนนเฉลี่ยของประชากร
σ	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร
P	แทน	ค่าร้อยละ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์
(STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC

คนที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์						μ	σ	P
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	รวม			
1	3	2	9	6	8	28	5.60	2.73	56.00
2	9	6	8	8	9	40	8.00	1.10	80.00
3	9	6	9	9	8	41	8.20	1.17	82.00
4	8	4	8	6	6	32	6.40	1.50	64.00
5	10	5	9	8	8	40	8.00	1.67	80.00
6	8	5	10	9	5	37	7.40	2.06	74.00
7	8	4	7	5	5	29	5.80	1.47	58.00
8	9	6	9	10	7	41	8.20	1.47	82.00
9	8	4	5	5	6	28	5.60	1.36	56.00
10	10	7	9	10	6	42	8.40	1.62	84.00
11	9	9	9	8	7	42	8.40	0.80	84.00
12	10	10	8	10	9	47	9.40	0.80	94.00
13	3	4	7	7	2	23	4.60	2.06	46.00
รวม	104	72	107	101	86	470			
μ	8.00	5.54	8.23	7.77	6.62	36.15			
σ	2.25	2.10	1.25	1.76	1.86	7.00			
P	80.00	55.38	82.31	77.69	66.15	72.31			

จากตารางที่ 18 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่ม
ผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 36.15 คะแนน จากคะแนนเต็ม
50 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.00 คิดเป็นร้อยละ 72.31 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ

70 ที่ตั้งไว้ โดยมีนักเรียนจำนวน 8 คน จากนักเรียนจำนวน 13 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 61.54 ได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 70

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของประชากรที่ศึกษา ตามแนวคิด DAPIC ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจ (Define) การระบุเงื่อนไขของปัญหา (Assess) การวางแผน (Plan) การดำเนินการแก้ปัญหา (Implement) และการสรุปคำตอบ (Communicate) จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจ (Define)

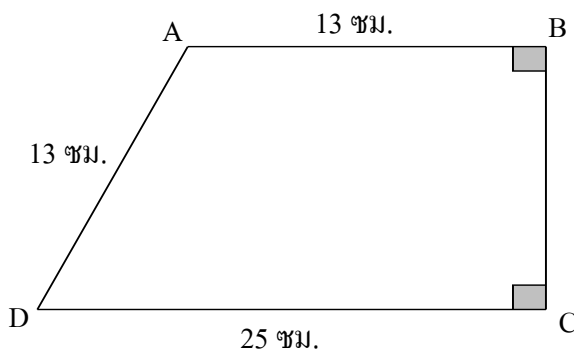
ในขั้นนี้เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ โดยนักเรียนต้องระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการทำความเข้าใจของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงได้ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการทำความเข้าใจ จำแนกตามระดับคะแนน

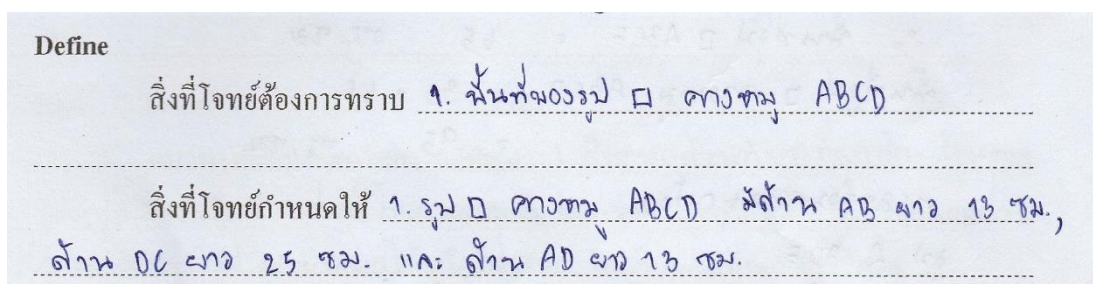
ระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน					เฉลี่ย (ร้อยละ)
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
การทำความเข้าใจ						
2 คะแนน	13	9	12	8	11	81.54
1 คะแนน	0	4	1	5	2	18.46
0 คะแนน	0	0	0	0	0	0.00
รวม	13	13	13	13	13	100.00

จากตารางที่ 19 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการทำความเข้าใจของนักเรียนส่วนใหญ่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80.54 อยู่ในระดับคะแนน 2 คะแนน รองลงมาอยู่ในระดับคะแนน 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 18.46 และไม่มีนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ในข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 5 นักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับ 2 คะแนน โดยมีตัวอย่าง

ลักษณะคำตอบของนักเรียนในชั้นการทำความเข้าใจในแต่ละระดับคะแนน จากตัวอย่าง โจทย์
“จากรูป จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD” ดังนี้



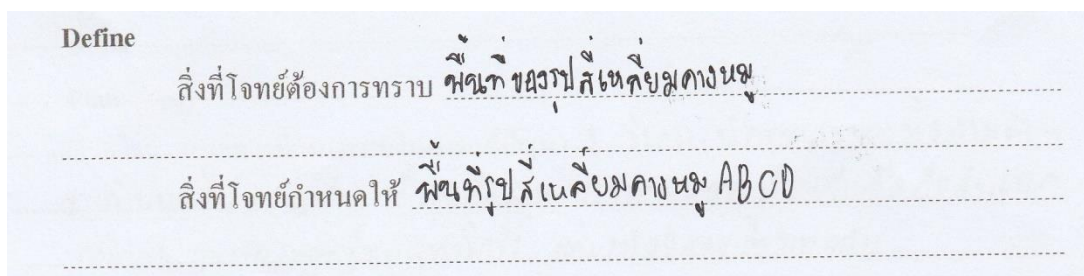
กลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและ
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องและครบถ้วน มีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ลักษณะของคำตอบในชั้นการทำความเข้าใจของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน

จากภาพที่ 5 จะเห็นว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
โดยสามารถบอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง และ โจทย์ต้องการทราบหรือหาคำตอบ
เกี่ยวกับสิ่งใด

กลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดหรือ
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์
ต้องการทราบได้ถูกต้องบางส่วน มีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ลักษณะของคำตอบในขั้นการทำความเข้าใจของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน

จากภาพที่ 6 จะเห็นว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง คือ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง จึงได้คะแนน 1 คะแนน

กลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง หรือไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งไม่มีนักเรียนคนใดที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้

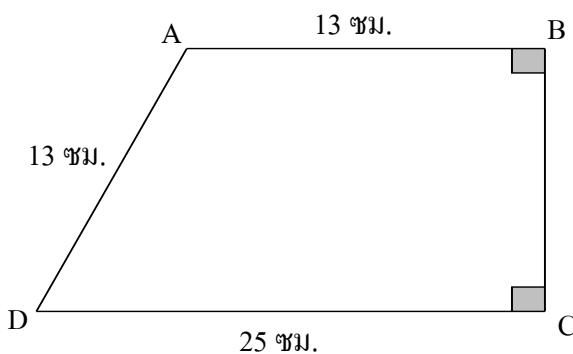
2. การระบุเงื่อนไขของปัญหา (Assess)

ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา โดยข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้รับมาจากประสบการณ์ การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหาของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงได้ดังตารางที่ 20

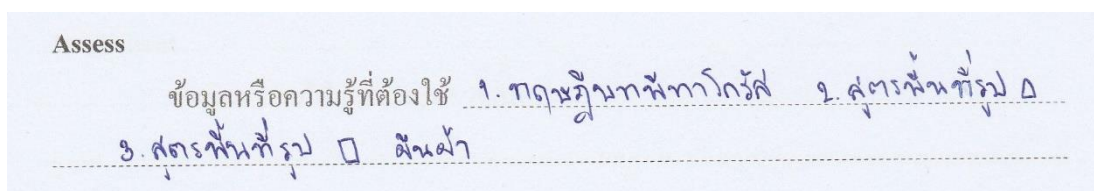
ตารางที่ 20 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน

ระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน					เฉลี่ย (ร้อยละ)
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
การระบุเงื่อนไขของปัญหา						
2 คะแนน	11	5	7	13	0	55.38
1 คะแนน	2	8	6	0	10	40.00
0 คะแนน	0	0	0	0	3	4.62
รวม	13	13	13	13	13	100.00

จากตารางที่ 20 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการระบุเงื่อนไขของปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 55.38 อยู่ในระดับคะแนน 2 คะแนน รองลงมาอยู่ในระดับคะแนน 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40.00 และอยู่ในระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 4.62 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ในข้อที่ 1 ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหาอยู่ในระดับ 2 คะแนน ส่วนข้อที่ 2 และข้อที่ 5 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหาอยู่ในระดับ 1 คะแนน โดยมีตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนในขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหาในแต่ละระดับคะแนน จากตัวอย่างโจทย์ “จากรูป จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD” ดังนี้



กลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครบถ้วน มีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 7



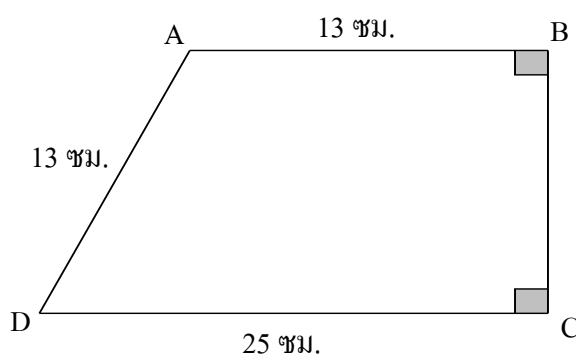
ภาพที่ 7 ลักษณะของคำตอบในขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหาของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน

จากภาพที่ 7 จะเห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครบถ้วน คือ 1) ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 2) สูตรพื้นที่รูปสามเหลี่ยม และ 3) สูตรพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ถึงแม้จะไม่ตรงตามเฉลยที่จะต้องใส่ 1) ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

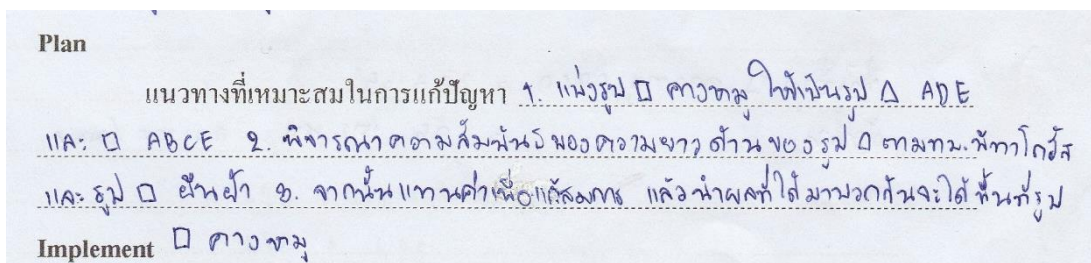
ตารางที่ 21 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการวางแผน จำแนกตามระดับ
คะแนน

ระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน					เฉลี่ย (ร้อยละ)
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
การวางแผน						
2 คะแนน	8	4	12	5	9	58.46
1 คะแนน	3	8	1	8	3	35.38
0 คะแนน	2	1	0	0	1	6.15
รวม	13	13	13	13	13	100.00

จากตารางที่ 21 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ขั้นการวางแผนของนักเรียนส่วนใหญ่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 58.46 อยู่ในระดับคะแนน 2 คะแนน
รองลงมาอยู่ในระดับคะแนน 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 35.38 และอยู่ในระดับ 0 คะแนน คิดเป็น
ร้อยละ 6.15 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ในข้อที่ 1 ข้อที่ 3 และข้อที่ 5 นักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการวางแผนอยู่ในระดับ 2 คะแนน ส่วนข้อที่ 2
และข้อที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ขั้นการวางแผนอยู่ในระดับ 1 คะแนน โดยมีตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนในขั้นการวางแผน
ในแต่ละระดับคะแนน จากตัวอย่างโจทย์ “จากรูป จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD” ดังนี้



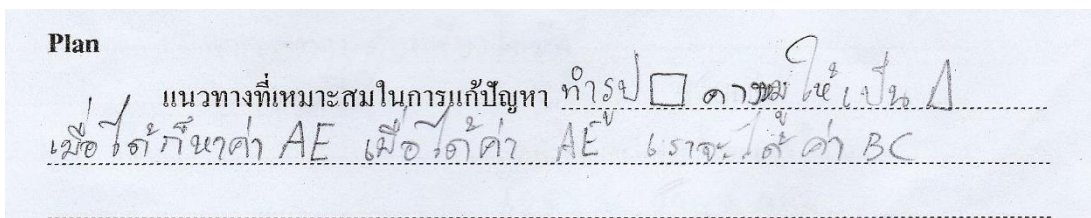
กลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถวางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง มีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ลักษณะของคำตอบในขั้นการวางแผนของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน

จากภาพที่ 9 จะเห็นว่า นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง และสอดคล้องกับข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่ได้ระบุไว้ในขั้นก่อนนี้ ถึงแม้จะไม่ตรงตามเฉลย

กลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถวางแผนแก้ปัญหาถูกต้องบางขั้นตอน มีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ลักษณะของคำตอบในขั้นการวางแผนของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน

จากภาพที่ 10 จะเห็นว่า นักเรียนมีการวางแผนแก้ปัญหาถูกต้องบางขั้นตอน แต่ยังไม่ครบถ้วน โดยนักเรียนสามารถวางแผนได้ว่าต้องแบ่งรูปสี่เหลี่ยมคางหมูให้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เพื่อหาความยาวของด้านประกอบมุมฉาก ซึ่งเป็นความสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่ นักเรียนไม่ได้วางแผนต่อสำหรับการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู การวางแผนจึงยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

กลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้ไม่วางแผนแก้ปัญหา หรือวางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง เหตุที่นักเรียนได้ 0 คะแนนในขั้นการวางแผน เพราะนักเรียนไม่ได้เขียนวางแผนแก้ปัญหา

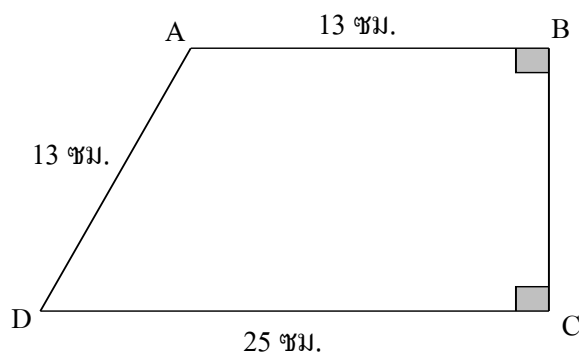
4. การดำเนินการแก้ปัญหา (Implement)

ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ แสดงได้ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา จำแนกตามระดับคะแนน

ระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน					เฉลี่ย (ร้อยละ)
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
การดำเนินการแก้ปัญหา						
2 คะแนน	8	2	11	8	6	53.85
1 คะแนน	3	9	2	4	5	35.38
0 คะแนน	2	2	0	1	2	10.77
รวม	13	13	13	13	13	100.00

จากตารางที่ 22 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 53.85 อยู่ในระดับคะแนน 2 คะแนน รองลงมาอยู่ในระดับ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 35.38 และอยู่ในระดับ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 10.77 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ในข้อที่ 1 ข้อที่ 3 ข้อที่ 4 และข้อที่ 5 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนอยู่ในระดับ 2 คะแนน ส่วนข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนอยู่ในระดับ 1 คะแนน โดยมีตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหานี้ในแต่ละระดับคะแนน จากตัวอย่างโจทย์ “จากรูป จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD” ดังนี้



กลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน
ที่วางไว้จนได้คำตอบที่ถูกต้อง มีตัวอย่างแสดง ดังภาพที่ 11

Implement □ คางขมุ

ดำเนินการแก้ปัญหา

solⁿ พิจารณารูป $\triangle ADE$

วิเคราะห์โจทย์ได้ $c = 13$, $a = 12$ และ $b = AE$

จาก ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ได้ $c^2 = a^2 + b^2$

$$13^2 = 12^2 + AE^2$$

$$169 = 144 + AE^2$$

$$AE^2 = 169 - 144$$

$$AE^2 = 25$$

$\therefore AE = \sqrt{25} = 5$ ซม.

พิจารณารูป $\triangle ADE$

พื้นที่รูป $\triangle ADE = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$

$$= \frac{1}{2} \times 12 \times 5$$

\therefore พื้นที่รูป $\triangle ADE = 30$ ตร. ซม.

พิจารณารูป $\square ABCE$

พื้นที่รูป \square ฐาน \times สูง

$$= 5 \times 13$$

\therefore พื้นที่รูป $\square ABCE = 65$ ตร. ซม.

พื้นที่รูป \square คางขมุ ABCD = $30 + 65$

$$= 95 \text{ ตร. ซม.}$$

ภาพที่ 11 ลักษณะของคำตอบในขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหานักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน

จากภาพที่ 11 จะเห็นว่า นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

กลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้แต่คำนวณผิดพลาด หรือดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ได้เพียงบางส่วน มีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 12

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหและตรวจสอบ

Solⁿ จิตนาการรูป ΔADE

จะได้อ $c = 13$; $a = 12$; $b = AE$

จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จะได้ $c^2 = a^2 + b^2$

$$13^2 = 12^2 + AE^2$$

$$169 = 144 + AE^2$$

$$AE^2 = 169 - 144$$

$$\therefore AE = \sqrt{25} = 5$$

เส้นเชื่อมตามมุมมีพื้นที่ = $13 + 25 + 5 + 13$

$$= 56 \text{ ตร. พ.ล.}$$

ภาพที่ 12 ลักษณะของคำตอบในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน

จากภาพที่ 12 จะเห็นว่า นักเรียนมีการดำเนินการแก้ปัญหเป็นลำดับขั้นตอน แต่คำตอบไม่ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนดำเนินการหาความสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูถูกต้อง แต่นักเรียนดำเนินการหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูแทนที่จะหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู จึงทำให้ได้คำตอบไม่ถูกต้อง

กลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ไม่ถูกต้อง หรือไม่ดำเนินการแก้ปัญห เหตุที่นักเรียนได้ 0 คะแนน ในขั้นการดำเนินการแก้ปัญห เพราะนักเรียนไม่ได้ดำเนินการแก้ปัญห

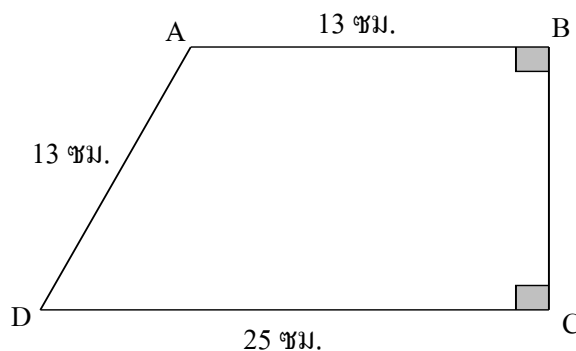
5. การสรุปคำตอบ (Communicate)

ในขั้นนี้เป็นการนำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการสรุปคำตอบของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงได้ดังตารางที่ 23

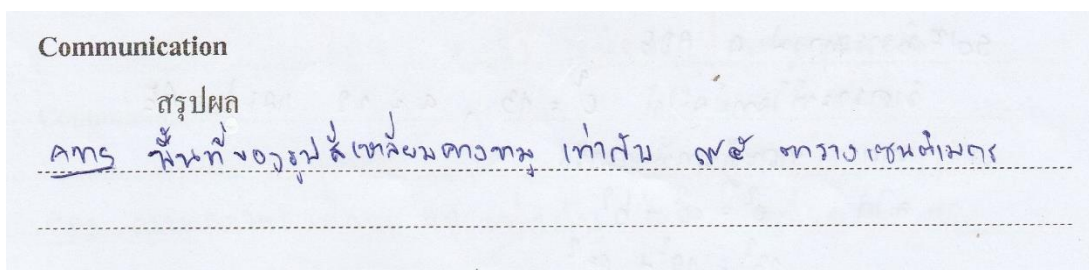
ตารางที่ 23 จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละข้อของขั้นการสรุปคำตอบ จำแนกตามระดับคะแนน

ระดับคะแนน	จำนวนนักเรียน					เฉลี่ย (ร้อยละ)
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	
การสรุปคำตอบ						
2 คะแนน	5	1	2	6	5	29.23
1 คะแนน	6	1	9	4	4	36.92
0 คะแนน	2	11	2	3	4	33.85
รวม	13	13	13	13	13	100.00

จากตารางที่ 23 พบว่า ในภาพรวมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการสรุปคำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 36.92 อยู่ในระดับคะแนน 1 คะแนน รองลงมาอยู่ในระดับคะแนน 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 33.85 และอยู่ในระดับคะแนน 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 29.33 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ในข้อที่ 4 และข้อที่ 5 นักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการสรุปคำตอบอยู่ในระดับ 2 คะแนน ข้อที่ 1 และข้อที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการสรุปคำตอบอยู่ในระดับ 1 คะแนน และข้อที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการสรุปคำตอบอยู่ในระดับ 0 คะแนน โดยมีตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนในขั้นการสรุปคำตอบในแต่ละระดับคะแนน จากตัวอย่างโจทย์ “จากรูป จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD” ดังนี้



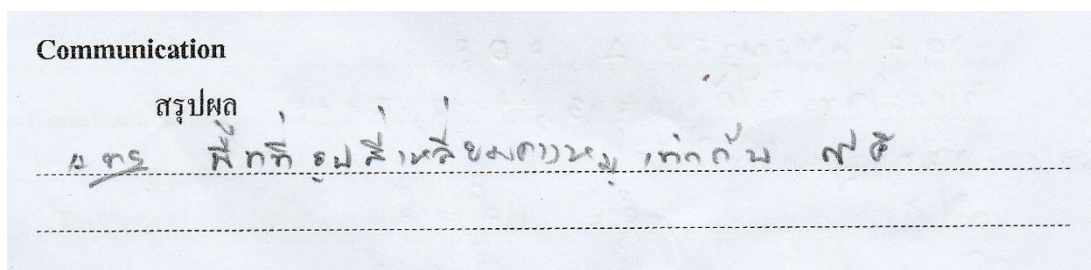
กลุ่มที่ 1 ได้คะแนน 2 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถเขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้อง และครบถ้วน มีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ลักษณะของคำตอบในขั้นการสรุปคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน

จากภาพที่ 13 จะเห็นว่า นักเรียนเขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้อง โดยบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบครบถ้วน และระบุหน่วยของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมูถูกต้อง จึงได้คะแนน 2 คะแนน

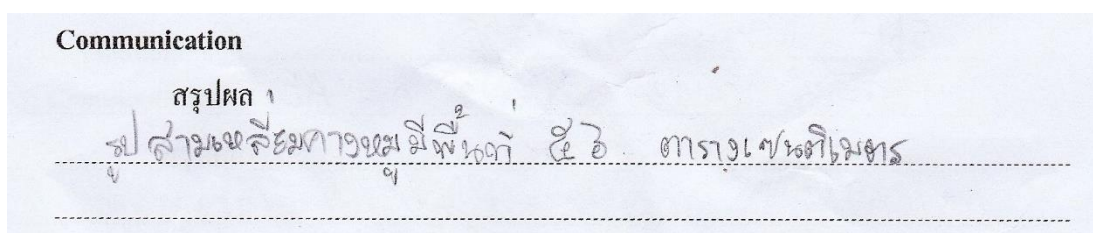
กลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 1 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้เขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน มีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ลักษณะของคำตอบในขั้นการสรุปคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน

จากภาพที่ 14 จะเห็นว่า นักเรียนเขียนสรุปคำตอบถูกต้องว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคือพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่สรุปคำตอบไม่ครบถ้วน โดยไม่ได้ระบุหน่วยของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู จึงได้คะแนน 1 คะแนน

กลุ่มที่ 3 ได้คะแนน 0 คะแนน โดยนักเรียนกลุ่มนี้เขียนสรุปคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสรุปคำตอบ มีตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ลักษณะของคำตอบในขั้นการสรุปคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน

จากภาพที่ 15 จะเห็นว่า นักเรียนเขียนสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้อง โจทย์ต้องการทราบพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่นักเรียนสรุปคำตอบเป็นพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมคางหมู และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง จึงได้คะแนน 0 คะแนน

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค
การแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	P
1	15	75.00
2	18	90.00
3	18	90.00
4	11	55.00
5	18	90.00
6	16	80.00
7	10	50.00
8	10	50.00
9	8	40.00
10	17	85.00
11	15	75.00
12	18	90.00
13	12	60.00
รวม	186	930.00
μ	14.31	71.54
σ	3.49	

จากตารางที่ 24 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค
การแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.31 คะแนน
จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.49 คิดเป็นร้อยละ 71.54
ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ โดยมีนักเรียนจำนวน 8 คน จากนักเรียนจำนวน 13 คน คิดเป็น
ร้อยละ 61.54 ได้คะแนนสูงกว่าร้อยละ 70

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ่อวิทยาการ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 13 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC จำนวน 4 แผน รวม 12 คาบ แบบทดสอบระหว่างเรียน ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ชุด แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P_D) ตั้งแต่ .36-.54 มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .36-.49 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .86 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .28-.67 มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .25-.69 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.80 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยของประชากร (μ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

อภิปรายผล

จากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นำมาอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ช่วยให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สมาชิกทุกคน ร่วมกันคิด วิเคราะห์ วางแผน และนำเสนอความคิดของตนเองต่อผู้อื่น ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแก้ปัญหายังเป็นระบบตามแนวคิด DAPIC สอดคล้องกับ ชาร์ลส์ และเลสเตอร์ (Schroeder & Lester, 1989, pp. 31-33 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังคะระภัทรขจร, 2555, หน้า 112) ที่กล่าวว่าผู้สอน ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนได้พูดคุย แลกเปลี่ยน สื่อสารถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตนให้แก่ผู้อื่น ได้สะท้อนความคิดเห็น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ และผู้สอนควรให้ความรู้ และสนับสนุนผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาจากความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิด DAPIC แล้วพบว่า

1.1 ขั้นการทำความเข้าใจ (Define) ผู้วิจัยได้นำเสนอโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียน โดยการใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา แล้วระบุสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบ และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จากการศึกษาเรียนรู้ร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม นักเรียน ได้ฝึกแก้ปัญหาจากการทำใบกิจกรรมร่วมกัน และได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม ในขั้นนี้ช่วยฝึกนักเรียนให้รู้จักการวิเคราะห์และการอ่านจับประเด็นสำคัญ เพื่อพิจารณาคำสำคัญและรายละเอียดของโจทย์ปัญหา ช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการอ่าน และสามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองได้มากขึ้นสอดคล้องกับคำกล่าวของปรีชา เนาว่าเขียนผล (2556, หน้า 83) ที่กล่าวว่าการพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา ควรพัฒนาทักษะการอ่าน

เพราะการอ่านเป็นปัจจัยสำคัญในการทำความเข้าใจปัญหาที่จำเป็นต้องใช้สมาธิ ใช้ความพยายามในการเก็บรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมด และจะต้องสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลส่วนใดสำคัญบ้าง

1.2 ขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหา (Assess) ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ศึกษาหาข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้สำหรับการแก้ปัญหา โดยนักเรียนต้องบอกว่าจะใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อให้เพียงพอสำหรับการวางแผนและการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งในขั้นนี้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดอย่างรอบคอบ ได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ที่ได้รับ กับโจทย์ปัญหา เพื่อระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ให้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา รู้จักศึกษาแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาก่อนที่จะวางแผนแก้ปัญหา ทำให้การแก้ปัญหานักเรียนเป็นระบบและมีความถูกต้องมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ชาร์ลส์ และเลสเตอร์ (Schroeder & Lester, 1989, pp. 31-33 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร, 2555, หน้า 112) ที่กล่าวว่า การสอนแก้ปัญหานี้เน้นให้นักเรียนนำโน้ตสโน้หรือทักษะที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหามาหรือสถานการณ์ที่กำหนด ไม่ได้เพียงการเรียนรู้ขั้นตอนที่หลากหลาย แต่ยังเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความเข้าใจในบริบทที่หลากหลาย และสอดคล้องกับปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 84) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหามองต้องรู้จักเลือกเฉพาะปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหามาพิจารณา หรือบางครั้งมีข้อมูลไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นหน้าที่ของผู้แก้ปัญหามองต้องสืบหาข้อมูลมาให้เพียงพอแก่การแก้ปัญหามา

1.3 ขั้นการวางแผน (Plan) ในขั้นนี้ผู้วิจัยฝึกให้นักเรียนได้เชื่อมโยงข้อมูลในขั้นการทำความเข้าใจกับขั้นการระบุเงื่อนไขของปัญหา เพื่อวางแผนการแก้ปัญหามาเป็นลำดับขั้นตอน โดยให้นักเรียนได้อธิบายแนวทางการแก้ปัญหามาของตนเองให้ผู้อื่นได้ทราบด้วย เพื่อช่วยกันพิจารณาว่าแนวทางใดที่เหมาะสมและสามารถแก้ปัญหามาได้จริง จากการทำใบงานกลุ่มและการทำแบบฝึกทักษะเป็นรายบุคคล เป็นการฝึกฝนให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ วิเคราะห์การแก้ปัญหามาเป็นขั้นตอน มีเหตุผล รู้จักวางแผน และพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของแผนที่วางไว้ก่อนลงมือทำ รู้จักแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหามา อีกทั้งช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารและการวางแผนของนักเรียนให้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ชาร์ลส์ และเลสเตอร์ (Schroeder & Lester, 1989, pp. 31-33 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร, 2555, หน้า 112) ที่กล่าวว่า ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ และปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 83) ยังกล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหามา ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมามาต่าง ๆ คือ สามารถบอกคนอื่น ๆ ทราบว่าตนคิดอะไร และสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้คิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ

โดยพิจารณาความเป็นไปได้และความถูกต้องของแผนที่วางไว้ก่อนว่าเหมาะสมกับปัญหานั้นหรือไม่ ความสามารถดังกล่าวนี้สามารถเกิดขึ้นได้อย่างซ้ำ ๆ ในตัวผู้เรียนจากการทำโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดนั่นเอง

1.4 ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา (Implement) ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ โดยเขียนดำเนินการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน ตระหนักถึงผลลัพธ์หรือคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่ จากการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มนักเรียนได้ปรึกษากันช่วยให้นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบทำให้นักเรียนได้รับการกระตุ้นการคิด มีการจัดลำดับความคิดของตนเอง นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนมีความละเอียดและรอบคอบในการแก้ปัญหา ให้ความสำคัญกับการคำนวณและความสมเหตุสมผลของคำตอบเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการดำเนินแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ชาร์ลส์ และเลสเตอร์ (Schroeder & Lester, 1989, pp. 31-33 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังคะนภัทรขจร, 2555, หน้า 112) ที่กล่าวว่า ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และสอดคล้องกับคำกล่าวของปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 86) ว่า ในขั้นดำเนินการตามแผนนักเรียนต้องตีความขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติละเอียดชัดเจนตามลำดับขั้นตอน โดยฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อนแล้วจึงลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น

1.5 ขั้นการสรุปคำตอบ (Communicate) ผู้วิจัยให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหาที่แก้ได้ให้ถูกต้อง ครบถ้วน และสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งนักเรียนจะต้องสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ และมีความรอบคอบในการสรุปคำตอบ เพราะจะต้องบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบให้ครบถ้วน ตอบให้ครบทุกคำถาม และระบุหน่วยของคำตอบให้ถูกต้อง ทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบที่ได้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีความรอบคอบและเกิดความภาคภูมิใจหรือชื่นชมในตนเองที่ได้นำเสนอคำตอบที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีความต้องการแก้ปัญหาที่ทำทลายความสามารถของตนเองเพื่อพัฒนาตนเองให้ประสบความสำเร็จเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ สุคนธ์ สินธพนานนท์ และคณะ (2555, หน้า 146) ที่กล่าวถึงแนวทางการส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา ต้องฝึกให้นักเรียนทำกิจกรรมอยู่เสมอ เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง และจัดสิ่งเร้าหรือมีการกระตุ้นที่ดี จัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาหรือประเด็นที่ทำทลายน่าสนใจ และปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, หน้า 88) กล่าวว่า ควรฝึกการตีความหมายของคำตอบ เมื่อได้คำตอบของปัญหาแล้ว การตรวจสอบคำตอบ

ความถูกต้องของคำตอบแต่เพียงอย่างเดียวนั้นยังไม่พอ ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักตีความหมายของคำตอบ ซึ่งให้เห็นว่าการตีความหมายของคำตอบนั้นมีความสำคัญเท่าเทียมกับวิธีการหาคำตอบ

ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรชัย วงศ์จันเสื่อ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ สุณิสา สุมิรัตนะ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนการรู้คณิตศาสตร์สูงขึ้นหลังจากเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละความสามารถทางการเรียน เน้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จ โดยความสำเร็จของกลุ่มมาจากคะแนนพัฒนาการของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม ดังนั้น เด็กเก่งจะต้องคอยช่วยเหลือเด็กอ่อน และเด็กอ่อนจะต้องพยายามและพัฒนาตนเองให้มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้น ช่วยลดพฤติกรรมเรียนแบบแข่งขัน เพราะนักเรียนแต่ละคนจะต้องทำคะแนนสอบย่อยของตนเองให้ได้มากที่สุด ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ไม่ใช่การแข่งขันกับผู้อื่น แต่เป็นการแข่งขันเพื่อเอาชนะตนเอง จึงทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและความพยายามที่จะพัฒนาตนเองให้ประสบความสำเร็จ ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับวัฒนาพร ระวังบุกษ์ (2541, หน้า 44) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

เทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) นักเรียนจะให้กำลังใจยอมรับและร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สมาชิกในกลุ่มทุกคนจะรับผิดชอบในความสำเร็จของกลุ่ม จึงจำเป็นต้องร่วมมือกันพัฒนาเสริมสร้างพฤติกรรมที่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นในกลุ่ม นักเรียนที่เรียนเก่งสามารถช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อนกว่าให้ตามเพื่อนทัน

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับนักเรียน มีการนำเสนอ บทเรียน โดยใช้การตั้งประเด็นคำถาม และยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเมื่อมีข้อสงสัย นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่มย่อย และมีส่วนร่วมในกิจกรรมของกลุ่ม นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเองอย่างเต็มศักยภาพ กล้าแสดงความคิดเห็น รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น นักเรียนได้ช่วยกันคิด ช่วยกันตัดสินใจ มีการซักถาม และอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในสิ่งที่สงสัยหรือไม่เข้าใจจนเกิดความเข้าใจ ซึ่งเป็น การทบทวนและพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเก่ง และช่วยให้นักเรียนอ่อนมีความเข้าใจ มากขึ้นจากการอธิบายของเพื่อน โดยใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่ายกว่าการอธิบายจากครู เป็นการพัฒนาการสื่อสาร ทักษะทางสังคม และการทำงานร่วมกับผู้อื่น ส่งผลให้นักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับวัฒนาพร ระวังทุกข์ (2541, หน้า 44) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของทั้งห้องเรียน เมื่อนักเรียนที่เก่งจะช่วยเหลือนักเรียนที่อ่อน เขาจะเรียนรู้ความคิดรวบยอดของสิ่งที่กำลังเรียนได้ ชัดเจนยิ่งขึ้น ขณะที่นักเรียนที่เรียนอ่อนสามารถเรียนรู้จากเพื่อนที่ใช้ภาษาใกล้เคียงกัน ได้ง่ายกว่า การเรียนจากผู้สอน และศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 145) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ ให้ประโยชน์แก่ผู้เรียนทั้งด้านความคิด ความรู้สึก ต่อตนเองและสังคม ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ให้มีความสามารถทำงาน กับผู้อื่นได้ สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC มีการทดสอบย่อยหลังจากที่นักเรียนได้ร่วมกันทำใบกิจกรรมและ ทำความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว ซึ่งเป็นการทดสอบรายบุคคล โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ ของนักเรียนเอง เพื่อนำคะแนนสอบที่ได้ไปคิดเป็นคะแนนพัฒนาการ และนำไปคำนวณเป็น คะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดก็จะได้รับคำชมเชย ซึ่งช่วยให้นักเรียนรู้สึกภาคภูมิใจ ในตนเอง

มีความมั่นใจในการเรียนมากขึ้น และช่วยให้นักเรียนมีกำลังใจที่ดีในการพัฒนาตนเองต่อไปเรื่อย ๆ สำหรับนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการไม่ดีขึ้นก็จะมีแรงผลักดันและแรงจูงใจในการพัฒนาตนเองอย่างเต็มความสามารถ เพื่อความสำเร็จของตนเองและกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น จากการเรียนรู้ด้วยความมั่นใจ มีกำลังใจในการพัฒนาตนเอง สอดคล้องกับทศนา เขมมณี (2558, หน้า 101) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ช่วยให้นักเรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น มีแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ช่วยให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเอง และมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น

ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมใจ มั่งคั่ง (2555) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีค่าสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของลลิต สุเมธานุสรณ์ (2556, หน้า 97) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาสมการ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูควรชี้แจงทำความเข้าใจกับนักเรียนเรื่องการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพราะนักเรียนเก่งมักทำงานเองลำพัง ส่วนนักเรียนอ่อนไม่สนใจการทำงานกลุ่ม ดังนั้นครูควรแนะนำให้ให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ช่วยกันคิด ช่วยกันวางแผน ช่วยกันแก้ปัญหา ไม่ควรให้การทำงานกลุ่มเป็นภาระหน้าที่ของใครคนใดคนหนึ่ง และให้นักเรียนเก่งหรือนักเรียนกลุ่มปานกลาง ช่วยสอน

เพื่อนที่ยังไม่เข้าใจ เพราะความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับความสำเร็จของสมาชิกทุก ๆ คนในกลุ่ม

2. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด DAPIC ครูควรเน้นที่ขั้นของการวางแผน และการดำเนินการแก้ปัญหา เนื่องจากนักเรียนต้องเขียนอธิบายการวางแผนของนักเรียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ครูควรให้เวลานักเรียนในการฝึกฝนมากขึ้น และในขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนมักผิดพลาดในการคำนวณและไม่รอบคอบ จึงทำให้สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง ดังนั้น ครูควรชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการวางแผนแก้ปัญหาและเน้นย้ำให้นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ก่อนสรุปคำตอบทุกครั้ง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเคยชินและทำเป็นนิสัย

3. ครูควรใช้เวลาในการฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง การนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหา เนื่องจากเป็นเรื่องที่ยากและมีความซับซ้อน ต้องใช้การวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน ครูควรให้คำแนะนำเพิ่มเติม เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย

4. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ได้คิด และลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง หากนักเรียนทำผิดพลาดแล้วมีการแก้ไขให้ถูกต้อง นักเรียนจะมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น กล่าวคิด กล่าวทำ และกล้าแสดงออกมากขึ้น โดยครูควรให้ความเป็นกันเองกับนักเรียน สนับสนุนและให้กำลังใจแก่นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มความสามารถ ซึ่งช่วยสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ นักเรียนให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC ในเนื้อหาเกี่ยวกับบทประยุกต์เรื่องอื่น ๆ เช่น การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนร้อยละ การแก้โจทย์ปัญหาสมการ เป็นต้น

2. ควรทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ในการพัฒนาทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ หรือตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน เช่น ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ พฤติกรรมทางการเรียนรู้ ฯลฯ

3. ควรทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคอื่น ๆ เช่น เทคนิค Group investigation, Think pair share, Jigsaw ร่วมกับแนวคิด DAPIC ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). *การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหลักสูตร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พร้อมกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้อง และพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ฉันท ชาติทอง. (2551). *การออกแบบการสอนและบูรณาการ*. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.
- จักรกฤษ แกมเงิน. (2557). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้สมการและโจทย์ปัญหา ตามแนวคิดของวิลสัน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยรูปแบบ STAD สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- ชานนท์ จันทรา. (2555). *การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: อาร์ แอนด์ เอ็น ปริ้นท์.
- ทิสนา แจมมณี. (2551). *รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แจมมณี. (2558). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 19)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพพร ณะชัยจันทร์. (2555). *สถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: วิทย์พัฒนา.
- นพพร แหยมแสง. (2556). *พฤติกรรมกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 1 (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7 แก้ไขเพิ่มเติม)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2555). *ระเบียบวิธีวิจัยทางหลักสูตรและการสอน*. นครราชสีมา: แผลมทอง.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2556). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและ
วิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์*. (หน้า 7-89). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิจัญญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เฮาส์
ออฟ เคอร์มิสท์.
- บุษ ใกรวรรณ. (2553). *หลักสถิติวิจัยและการใช้โปรแกรม SPSS*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ:
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุ่ง แก้วแดง. (2543). *ปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- โรงเรียนบ่อวิทยาการ. (2559 ก). *แบบบันทึกผลการเรียนประจำวิชา (ปพ.5) ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559*. นนทบุรี: โรงเรียนบ่อวิทยาการ.
- โรงเรียนบ่อวิทยาการ. (2559 ข). *แบบบันทึกผลการเรียนประจำวิชา (ปพ.5) ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559*. นนทบุรี: โรงเรียนบ่อวิทยาการ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ:
สุวีริยสาส์น.
- ลิขิต สุเมธานุสรณ์. (2556). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสมการ โดยการจัด
การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ของโพลยา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ:
เลิฟแอนด์ลิฟเพรส.
- เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร. (2554). *เอกสารคำสอน วิชา 410541 ทักษะและกระบวนการ
ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical skills and processes)*. ชลบุรี: ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน
และการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.

- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ (Learning Management)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2 (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. เข้าถึงได้จาก www.niets.or.th
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ส. เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *ตัวอย่างข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามโครงการวิจัยนานาชาติ TIMSS 2007*. กรุงเทพฯ: แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิซ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *คณิตศาสตร์มีอาชีพเส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ข). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3 แก้ไขเพิ่มเติม)*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ค). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมใจ มั่งคั่ง. (2555). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สิริพร ทิพย์คง. (2547). *ทักษะการคิด (Thinking skills)*. *วารสารคณิตศาสตร์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ*, 7-11.
- สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2555). *พัฒนาทักษะการคิด...ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.

- สุณิสา สุมิรัตน์. (2555). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 28(2), 13-24.
- สุรัชย์ วงศ์จันเสื่อ. (2555). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุริพร อนุศาสนนันท์. (2554). การวัดและประเมินผลในชั้นเรียน. ชลบุรี: โรงพิมพ์เกี๋ยกั๋วคี่เอช่น.
- สุลัดดา ลอยฟ้า. (2538). แนวโน้มของคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 9(1), 67-68.
- อนันต์ จันทร์แก้ว. (2537). *ประมวลสาระชุดสาระและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 11*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อรนุช ลิมคศิริ. (2556). *หลักสูตรและการเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 6)*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อุยวดี จันทรสนธิ. (2556). *ประมวลสาระชุดสาระและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- Baroody, A. J. (1993). *Problem solving reasoning and communicate K-8: Helping children think mathematically*. New York: Macmillan.
- Center for Mathematics, Science, and Technology. (1998). *IMaST At a Glance: Integrated mathematics, science, and technology*. Illinois State University.
- Charles, R., & Lester, F. (1982). *Teaching problem solving: what, why and how*. Pala, Alto, California: Dale Seymour Publications.
- Charles, R., Lester, F., & O' Daffer, P. (1987). *How to evaluate progress in solving problem*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Cruikshank, D. E., & Sheffield, L. J. (2000). *Teaching and learning elementary and middle school mathematics* (4th ed.). New York: John Wiley & Sons.

- Gagne, J. MG (1985). *Some examples of cognitive task analysis with instructional implications*. New Jersey: Elbaum.
- James, M. C. (2014). *Classroom teaching skills* (10th ed.). Belmont, California: Wadsworth.
- Johnson, R. T., & Johnson, D. W. (1994). *Learning together and alone* (4th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Kennedy, L. M. (1984). *Guiding children's learning of mathematics*. Belmont, California: Wadsworth.
- Kutz, R. E. (1991). *Teaching elementary mathematics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Meier, S. L., Hovde, R. L., & Meier, R. L. (1996). Problem solving: Teachers' perceptions, content area, model, and interdisciplinary connection. *School Science and Mathematics*, 96(5), 230-237
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Executive summary principles and standard for school mathematics*. Retrieved from http://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/PSSM_ExecutiveSummary.pdf
- National Council of Teachers of Mathematics. (2010). *Why is teaching with problem solving important to student learning?*. Retrieved from http://www.nctm.org/uploadedFiles/Research_and_Advocacy/research_brief_and_clips/Research_brief_14_-_Problem_Solving.pdf?%20Target=
- Polya, G. (1973). *How to solve it*. Princeton, New Jersey: University Press.
- Polya, G. (1980). On solving mathematical problem in high school. In *Problem solving in school mathematics: 1980 Yearbook* (p. 1). Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Polya, G. (1985). *How to solve it* (2nd ed.). Princeton, New Jersey: University Press.
- Schroeder, T. L. & Lester, F. K. (1989). Developing understanding in mathematics via problem solving. In Paul R.T. (Ed.), *New Directions for Elementary School Mathematics: 1989 Yearbook* (pp. 31-33). Reston VA : The National Council of Teachers of Mathematics.
- Shewhart, W. A. (1980). *Economic control of quality of manufactured product/50th anniversary commemorative issue*. American Society for Quality.

- Slavin, R. E. (1990). *Cooperative learning theory. Research and practice*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning* (2nd ed.). London: Allyn and Bacon.
- Stephen, K., & Rudnick, J. A. (1987). *Problem solving* (2nd ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Supardi, U. S., & Zukarnain, I. (2015). The effect cooperative learning model resolution of mathematics problem solving and students' mathematics Communicate. *Journal of Education Research and Review*, 3(4), 440-53. Retrieved from <http://www.sciencewebpublishing.net/jerr/archive/2015/June/pdf/Supardi%20and%20Zukarnain.pdf>
- Suydam, H. L. (1990). *Untangling clues from research on problem solving. Problem solving in school mathematics*. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Szetela, W., & Nicol, C. (1992). Evaluating problem solving in mathematics. *Educational Leadership*, 49(8), 42-45. Retrieved from http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_199205_szetala.pdf
- The Integrated Mathematics, Science, and Technology (IMaST). (2015). *Problem using DAPIC*. Retrieved from <http://cemast.illinoisstate.edu/educators/stem/middle/program-characteristics.shtml>.
- Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of learning in secondary school mathematics, handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw Hill .
- Wilson, J. W., Fernandez, M. L., & Hadaway, N. (1993). *Mathematics problem solving. research ideas for the classroom, high School*. New York: Macmillan.
- Zakaria, E., Chin, L. C., & Duad, Y. (2010). The effects of cooperative learning on students' mathematics achievement and attitude towards mathematics. *Journal of Social Sciences*. 6(2): 272-275. Retrieved from <http://thescipub.com/PDF/jssp.2010.272.275.pdf>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ราชานามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจคุณภาพเครื่องมือ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในเก็บรวบรวมข้อมูล

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพและความเหมาะสมของเครื่องมือเพื่อทำการวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. ดร.เขวง ช้อนบุญ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.พีรเชษฐ บุญพัชรเจริญ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
3. นางลัดดา ชลาชนวัฒน์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนศิษย์คุณุภวิทยา จ.จันทบุรี
4. นางสุนันท์ ชวาลรัตน์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนศรียานุสรณ์ จ.จันทบุรี
5. นางนารี เจริญประโยชน์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดเวฬุวัน จ.จันทบุรี

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว๒๑๘๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลพท.บางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๑๑

๓๐ พฤศจิกายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาววรกมล บุญรักษา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแล ของ ดร.คงรัฐ นวลแบ่ง ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๐-๖๔๑๑๘๔๖

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/๐๒๒๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.ลพท.บางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๕ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนตกรวมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวรณมล บุญรักษา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” ในความควบคุมดูแล ของ ดร.คงรัฐ นวลเป่ง ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออนุญาตความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๐ จำนวน ๑ ห้องเรียน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑ – ๑๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๐-๖๔๑๑๘๔๖

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/๐๒๓๖

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ.ลพท.บางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๕ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ่อวิทยาการ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวรณมล บุญรักษา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยอยู่ในความควบคุมดูแล ของ ดร.คงรัฐ นวลแปง ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออนุญาตความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๐ จำนวน ๑ ห้องเรียน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๒๑ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๑ ถึงวันที่ ๑๕ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๑ หนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๐-๖๔๑๑๘๔๖

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

- ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC
- ค่าความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 25 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	การแปลผล
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4. สาระสำคัญ	4	5	5	5	4	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	3	5	4	5	4	4.20	0.75	มีความเหมาะสมมาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นนำเสนอบทเรียน	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มีความเหมาะสมมาก
7. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย โดยใช้ แนวคิด DAPIC ในการแก้ปัญหา	4	5	5	4	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นทดสอบย่อย	4	3	4	5	5	4.20	0.75	มีความเหมาะสมมาก
9. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นการประกาศผล	4	5	4	5	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
10. สื่อ/ อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.40	มีความเหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย						4.64	0.40	มีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 26 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	การแปลผล
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4. สาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	0.40	มีความเหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	3	5	4	5	4	4.20	0.75	มีความเหมาะสมมาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นนำเสนอบทเรียน	4	5	4	5	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย โดยใช้ แนวคิด DAPIC ในการแก้ปัญหา	4	5	5	4	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นทดสอบย่อย	4	3	4	4	5	4.00	0.63	มีความเหมาะสมมาก
9. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นการประกาศผล	4	5	4	5	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
10. สื่อ/ อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.40	มีความเหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย						4.65	0.38	มีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 27 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	การแปลผล
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4. สาระสำคัญ	4	5	5	5	4	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	3	5	4	5	4	4.20	0.75	มีความเหมาะสมมาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นนำเสนอบทเรียน	4	5	4	5	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย โดยใช้ แนวคิด DAPIC ในการแก้ปัญหา	4	5	5	5	5	4.80	0.40	มีความเหมาะสมมากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นทดสอบย่อย	4	4	4	5	5	4.40	0.49	มีความเหมาะสมมาก
9. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นการประกาศผล	4	5	4	5	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
10. สื่อ/ อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.40	มีความเหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย						4.69	0.36	มีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 28 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	การแปลผล
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4. สาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	0.40	มีความเหมาะสมมากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	3	5	4	5	4	4.20	0.75	มีความเหมาะสมมาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นนำเสนอบทเรียน	4	5	4	5	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย โดยใช้ แนวคิด DAPIC ในการแก้ปัญหา	4	5	5	5	5	4.80	0.40	มีความเหมาะสมมากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นทดสอบย่อย	4	4	4	5	5	4.40	0.49	มีความเหมาะสมมาก
9. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นการประกาศผล	4	5	4	5	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
10. สื่อ/ อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	4	5	4	5	5	4.60	0.49	มีความเหมาะสมมากที่สุด
11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.40	มีความเหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย						4.71	0.36	มีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 29 สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค
การแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC ทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	การแปลผล
1	4.64	0.40	มีความเหมาะสมมากที่สุด
2	4.65	0.38	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3	4.69	0.36	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	4.71	0.36	มีความเหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย	4.67	0.38	มีความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 30 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	-1	+1	+1	0	0	0.20	ปรับปรุง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	0	+1	+1	+1	+1	0.80	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 31 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	-1	+1	+1	0.60	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	-1	0	0	+1	0	0.00	ปรับปรุง
15	-1	+1	0	+1	0	0.20	ปรับปรุง
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 32 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	0	0.80	ใช้ได้
5	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	ใช้ได้
6	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	0	0	+1	0.60	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	0	0	+1	0.60	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 33 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 34 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบระหว่างเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
1	.72	.33
2	.56	.53
3	.44	.67
4	.56	.53
5	.39	.73
6	.56	.53
7	.56	.53
8	.22	.53
9	.33	.80
10	.39	.33

หมายเหตุ ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ .89

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
1	.33	.75
2	.50	.56
3	.61	.44
4	.50	.56
5	.72	.31
6	.44	.63
7	.28	.25
8	.61	.44
9	.22	.31
10	.50	.56

หมายเหตุ ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ .81

ตารางที่ 34 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
1	.61	.50
2	.61	.50
3	.61	.50
4	.50	.64
5	.44	.71
6	.56	.57
7	.39	.46
8	.67	.43
9	.56	.57
10	.33	.21

หมายเหตุ ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ .76

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การนำบทกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้

ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก
1	.56	.50
2	.50	.56
3	.44	.63
4	.33	.75
5	.50	.56
6	.44	.63
7	.39	.69
8	.44	.63
9	.50	.56
10	.50	.56

หมายเหตุ ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ .84

ตารางที่ 35 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

จากตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 10 ข้อ แต่ละข้อมีดัชนี
ความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

ตารางที่ 36 ค่าความยากง่าย (P_D) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
1	.36	.44	คัดเลือก
2	.43	.36	ไม่คัดเลือก
3	.54	.36	คัดเลือก
4	.31	.28	ไม่คัดเลือก
5	.64	.44	ไม่คัดเลือก
6	.45	.49	คัดเลือก
7	.39	.24	ไม่คัดเลือก
8	.38	.44	คัดเลือก
9	.55	.43	ไม่คัดเลือก
10	.47	.44	คัดเลือก

จากตารางแสดงค่าความยากง่าย (P_D) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 10 ข้อ จะเห็นว่า มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .31-.64 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .24-.49 โดยข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .36-.54 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .36-.49

ตารางที่ 37 คำนวณค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่คัดเลือกไว้เป็นรายข้อ

ข้อที่	$\sum x$	$\sum x^2$	ความแปรปรวน (S_i^2)
1	104	654	2.95
2	111	709	1.36
3	111	779	5.25
4	106	666	2.32
5	106	654	1.65
รวม	538	3,462	13.53

หมายเหตุ ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ (S_t^2) เท่ากับ 42.99

ค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right) \\
 &= \frac{5}{5-1} \left(1 - \frac{13.53}{42.99} \right) \\
 &= (1.25)(0.69) \\
 &= 0.86
 \end{aligned}$$

นั่นคือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เท่ากับ .86

ตารางที่ 38 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	-1	+1	+1	+1	0	0.40	ปรับปรุง
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	-1	0	+1	+1	0	0.20	ปรับปรุง
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 38 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	1	2	3	4	5		
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
36	+1	1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 39 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จุดประสงค์ การเรียนรู้ที่	ระดับ พฤติกรรม	ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	ผล การพิจารณา	
1	ความรู้/ ความจำ	1	.61	.44	คัดเลือก	
		2	.50	.56	คัดเลือก	
		3	.78	.25	ไม่คัดเลือก	
		4	.67	.38	ไม่คัดเลือก	
	ความเข้าใจ	5	.56	-.06	ไม่คัดเลือก	
		6	.61	.44	คัดเลือก	
		7	.56	.50	คัดเลือก	
		8	.61	-.13	ไม่คัดเลือก	
	การนำไปใช้	9	.56	-.06	ไม่คัดเลือก	
		10	.28	.25	คัดเลือก	
2	ความรู้/ ความจำ	11	.56	-.06	ไม่คัดเลือก	
		12	.61	.44	คัดเลือก	
		13	.50	.56	คัดเลือก	
		14	.50	-.56	ไม่คัดเลือก	
	ความเข้าใจ	15	.61	.44	คัดเลือก	
		16	.50	.00	คัดเลือก	
		17	.56	-.06	ไม่คัดเลือก	
		18	.50	.56	ไม่คัดเลือก	
	การนำไปใช้	19	.50	.00	ไม่คัดเลือก	
		20	.67	.38	คัดเลือก	
		21	.67	.38	ไม่คัดเลือก	
		22	.50	.56	คัดเลือก	
		การ วิเคราะห์	23	.28	.25	คัดเลือก
			24	.33	.19	ไม่คัดเลือก

ตารางที่ 39 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้ที่	ระดับ พฤติกรรม	ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	ผล การพิจารณา	
3	ความเข้าใจ	25	.67	.38	คัดเลือก	
		26	.67	-.19	ไม่คัดเลือก	
		27	.28	.25	คัดเลือก	
		28	.44	.06	ไม่คัดเลือก	
	การนำไปใช้	29	.56	-.06	ไม่คัดเลือก	
		30	.61	.44	คัดเลือก	
	การ วิเคราะห์	31	.50	.00	ไม่คัดเลือก	
		32	.67	.38	คัดเลือก	
	4	ความเข้าใจ	33	.50	.00	ไม่คัดเลือก
			34	.61	.44	คัดเลือก
การนำไปใช้		35	.61	.44	คัดเลือก	
		36	.67	.38	คัดเลือก	
		37	.61	.13	ไม่คัดเลือก	
		38	.83	-.38	ไม่คัดเลือก	
การ วิเคราะห์		39	.39	.69	คัดเลือก	
		40	.44	.06	ไม่คัดเลือก	

จากตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 40 ข้อ จะเห็นว่า มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .28-.83 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -.56-.69 โดยข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .28-.67 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .25-.69

ตารางที่ 40 จำนวนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ที่คัดเลือกไว้

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
1	6	36	-8	64
2	5	25	-9	81
3	10	100	-4	16
4	8	64	-6	36
5	10	100	-4	16
6	10	100	-4	16
7	12	144	-2	4
8	11	121	-3	9
9	10	100	-4	16
10	13	169	-1	1
11	14	196	0	0
12	9	81	-5	25
13	10	100	-4	16
14	9	81	-5	25
15	9	81	-5	25
16	10	100	-4	16
17	19	361	5	25
18	18	324	4	16
รวม	193	2283	-59	407

หมายเหตุ คะแนนจุดตัด ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 20 คะแนน เท่ากับ 14 คะแนน

ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$\begin{aligned} r_{cc} &= 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2} \\ &= 1 - \frac{20(193) - (2283)}{(20-1)(407)} \\ &= 1 - \frac{1577}{7733} \\ &= 0.80 \end{aligned}$$

นั่นคือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เท่ากับ .80

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชา คณิตศาสตร์	รหัสวิชา ค 22102
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2560
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	ชื่อหน่วย ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	
เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	เวลา 2 คาบ	

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึ่งภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ค 3.2 ม. 2/2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการให้เหตุผลและแก้ปัญหา

ค 6.1 ม. 2/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ค 6.1 ม. 2/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ (K)
2. นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (P)
3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

สาระสำคัญ

สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

สาระการเรียนรู้

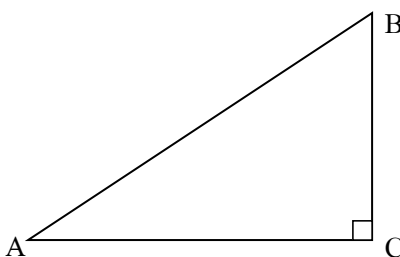
สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอบทเรียน

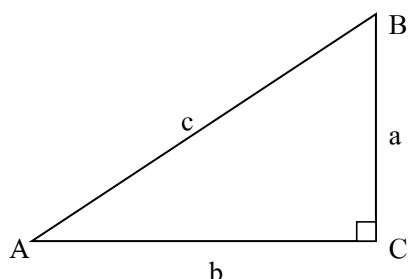
1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูถามน่านักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าชีวิตประจำวันของเราเกี่ยวข้องกับรูปเรขาคณิตอย่างไรบ้าง” ให้นักเรียนแต่ละคนตอบตามความคิดเห็นของตน
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า “ชีวิตประจำวันของเราเกี่ยวข้องกับรูปเรขาคณิตเสมอ เราใช้สมบัติของรูปเรขาคณิตมาใช้ในการก่อสร้าง เช่น ใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากในการประกอบโครงของบ้านหรืออาคารให้มีความแข็งแรง ใช้มุมฉากในการตั้งเสาบ้านให้ตั้งฉากกับพื้นดิน เพื่อให้บ้านแข็งแรงและรับน้ำหนักได้ดี สร้างหน้าต่างและประตูให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเพื่อความสวยงามและมองเห็นภายนอกได้กว้าง หรือสร้างไม้ค้ำประกอบเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากค้ำชายคาบ้านให้แข็งแรงมั่นคง”
4. ครูติดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่มีมุม C เป็นมุมฉากบนกระดาน



แล้วใช้คำถาม ถามน่านักเรียน เช่น

- นักเรียนมีความรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมนี้ (เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ชื่อ ABC มีมุมหนึ่งมุมเป็นมุมฉาก คือ มุม C)
- เราเรียกด้าน AB ว่าอะไร (ด้านตรงข้ามมุมฉาก ให้นักเรียนสังเกตว่า เป็นด้านที่อยู่ตรงข้ามมุมฉาก)
- เราเรียกด้าน AC และ BC ว่าอะไร (ด้านประกอบมุมฉาก ให้นักเรียนสังเกตว่าเป็นแขนของมุมฉาก)

5. ครูให้นักเรียนคาดเดาคำตอบว่า ด้านใดของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเป็นด้านที่ยาวที่สุด โดยครูยังไม่บอกคำตอบที่ถูกต้อง
6. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
7. นักเรียนและครูร่วมกันเติมคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
8. จากใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ครูให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ของความยาวด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แล้วร่วมกันสรุปจนได้ว่า “กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก” ครูกล่าวเสริมว่าจากความสัมพันธ์ข้างต้นนี้ เราเรียกว่า สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
9. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ถ้ากำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มี $\angle C$ เป็นมุมฉาก ดังรูป



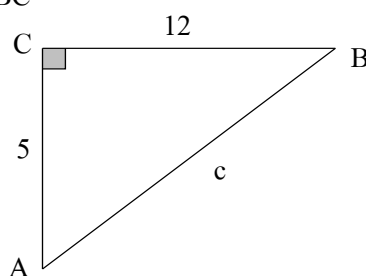
c แทน ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก
 a และ b แทน ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก
 จะได้ $c^2 = a^2 + b^2$

สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ ถ้าทราบความยาวของด้านสองด้านของรูปสามเหลี่ยมแล้ว สามารถหาความยาวของด้านที่เหลือได้

10. ครูถามนักเรียนว่า “สรุปแล้ว ด้านที่ยาวที่สุดของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก คือด้านใด” (ด้านตรงข้ามมุมฉาก) “เพราะเหตุใด” (กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเพียงด้านเดียว เท่ากับผลบวกกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉากทั้งสองด้าน)
11. ครูให้นักเรียนเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แล้วสุ่มถามนักเรียนเป็นรายบุคคล

12. นักเรียนศึกษาตัวอย่างการหาความยาวของด้านที่เหลือ เมื่อกำหนดความยาวของด้านสองด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากให้ จากใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่กำหนดให้ จงหาความยาวของ c และความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC



- **Define**

ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยใช้คำถามแนะนำนักเรียน ดังนี้

- สิ่งที่ต้องทราบคืออะไร (ความยาวของ c และความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC)
- สิ่งที่กำหนดให้คืออะไร (รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว c หน่วย ด้านประกอบมุมฉากยาว 5 และ 12 หน่วย)

- **Assess**

ครูถามนักเรียนว่า “ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง” (ค่า a และ b ซึ่งก็คือความยาวของด้านประกอบมุมฉาก และสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก)

- **Plan**

ครูให้นักเรียนวางแผนที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา จากนั้นครูสุ่มถามนักเรียนเกี่ยวกับแผนที่นักเรียนคิดขึ้นว่า

- นักเรียนมีแนวทางการหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบจากปัญหานี้อย่างไร
- แนวทางนี้จะต้องทำอะไรบ้างจึงจะได้สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือคำตอบ

ครูให้นักเรียนอธิบายแผนการดำเนินงานของตนเอง จากนั้นจึงชี้แนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับแผนการดำเนินงานที่เหมาะสม เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องสมเหตุสมผล (หาค่า c จากสมบัติของ

รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยวิเคราะห์หาค่า a , b และ c ตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แล้วแทนค่าแก้สมการเพื่อหาค่า c จากนั้นนำค่า a , b และ c ที่ได้มาบวกกัน ก็จะได้เป็นความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก)

- **Implement**

นักเรียนแต่ละคนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยมีแนวทางดังนี้

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = c$, $a = 5$ และ $b = 12$

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

$$\text{จะได้} \quad c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = 5^2 + 12^2$$

$$c^2 = 25 + 144$$

$$c^2 = 169$$

$$c^2 = 13 \times 13$$

ดังนั้น $c = 13$ หน่วย

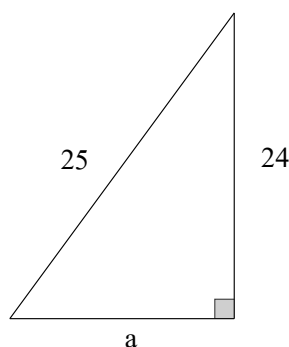
และ มีความยาวรอบรูป เท่ากับ $5 + 12 + 13 = 30$ หน่วย

- **Communicate**

นักเรียนเขียนสรุป สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบจากผลการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

(ตอบ c มีความยาวเท่ากับ ๑๓ หน่วย และความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC เท่ากับ ๓๐ หน่วย)

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ จงหาความยาวของ a



- **Define**

ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยใช้คำถามแนะนำนักเรียน ดังนี้

- สิ่ง โจทย์ถามคืออะไร (ความยาวของ a)
- สิ่ง โจทย์กำหนดให้คืออะไร (รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก มีด้านตรงข้าม

มุมฉากยาว 25 หน่วย ด้านประกอบมุมฉากยาว a และ 24 หน่วย)

- **Assess**

ครูถามนักเรียนว่า “ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา มีอะไรบ้าง” (ค่า b ซึ่งก็คือความยาวของด้านประกอบมุมฉาก และ c ซึ่งก็คือความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก)

- **Plan**

ครูให้นักเรียนวางแผนที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา จากนั้นครูสุ่มถามนักเรียนเกี่ยวกับแผนที่นักเรียนคิดขึ้นว่า

- นักเรียนมีแนวทางการหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบจากปัญหานี้อย่างไร
- แนวทางนี้จะต้องทำอะไรบ้างจึงจะได้สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือคำตอบ

- **Implement**

ครูให้นักเรียนแต่ละคนหาคำตอบของปัญหาตามแผนที่วางไว้ จากนั้นครูถามนักเรียนคนเดิมถึงคำตอบของปัญหาที่กำหนด

- ค่า a^2 ที่นักเรียนหาได้มีค่าเท่ากับเท่าไร
- ค่า a ที่ได้มีค่าเท่ากับเท่าใด
- คิดว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

- **Communicate**

สุ่มนักเรียนอธิบายวิธีการและคำตอบของตน และให้นักเรียนที่มีวิธีการหรือคำตอบแตกต่างจากเพื่อนอธิบาย โดยครูถามว่า

- คำตอบที่ได้เหมือนหรือต่างจากเพื่อนหรือไม่อย่างไร
- มีวิธีการหาคำตอบอย่างไร
- วิธีการเหมือนหรือต่างจากเพื่อนหรือไม่อย่างไร
- คิดว่าวิธีการหรือคำตอบของตนถูกต้องหรือไม่

หากนักเรียนมีวิธีการหรือคำตอบที่ผิดพลาด ครูควรชี้ให้เห็นถึงข้อผิดพลาดและให้นักเรียนปรับปรุงวิธีการหรือคำตอบให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 2 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย

13. ครูจัดกลุ่มนักเรียน ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน คณะกรรมการสามารถทางการเรียน คือ เด็กเรียนเก่ง 1 คน เด็กเรียนปานกลาง 2-3 คน และเด็กเรียนอ่อน 1 คน โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคเรียนที่ 1 เป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม

14. ครูเน้นย้ำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก นักเรียนที่เรียนเก่งคอยช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน เพื่อให้สมาชิกกลุ่มเข้าใจเนื้อหามากขึ้น

15. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและแก้ปัญหาในใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ดังนี้

Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหาที่จะแก้ ระบุปัญหาที่จะแก้ให้ชัดเจน โดยจะต้องระบุสิ่งที่โจทย์ถามและสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

Assess การระบุข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา โดยข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า หรือได้รับมาจากประสบการณ์

Plan วางแผนการแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

Implement เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

Communicate นำผลจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้มาสรุป และนำเสนอให้ผู้อื่นได้รับทราบ ซึ่งอาจใช้รูปแบบของการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือการพูดรายงาน

16. นักเรียนอาสาสมัครออกมาเฉลยใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก พร้อมอธิบายวิธีการแก้ปัญหา หลังจากตัวแทนอธิบายเสร็จ ครูถามนักเรียนว่ามีใครที่คิดแตกต่างจากเพื่อนหรือไม่ ถ้ามีให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีการแก้ปัญหมาให้เพื่อนดู และครูคอยตรวจสอบว่าสิ่งที่นักเรียนทำนั้นถูกต้องหรือไม่

17. นักเรียนร่วมกันสรุปสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ดังนี้

“สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก”

18. นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกทักษะที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากด้วยตนเอง แล้วนำมาส่งครูในคาบเรียนถัดไป

คาบที่ 2

ขั้นที่ 3 ขั้นทดสอบย่อย

19. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เป็นรายบุคคล ไม่มีการปรึกษาหารือกัน ครูชี้แจงว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบของแต่ละคนในกลุ่มที่ได้จะถูกนำมาคิดเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม

20. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยและตรวจให้คะแนนแบบทดสอบย่อย

21. ครูนำคะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคนมาเปรียบเทียบกับคะแนนฐาน (Based score) ของตนเอง โดยคะแนนฐานของนักเรียนแต่ละคนได้มาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 คิดหาคะแนนพัฒนาการของนักเรียน จากนั้นนำคะแนนพัฒนาการของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อแปลงเป็นคะแนนของกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นประกาศผล

22. ครูประกาศคะแนนให้แต่ละกลุ่มทราบ พร้อมยกย่องกลุ่มที่มีคะแนนพัฒนาการสูงขึ้น และมีความมุ่งมั่นพยายาม

สื่อ/ อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้

- รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่มีมุม C เป็นมุมฉาก
- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
- ใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
- แบบฝึกทักษะที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
- แบบทดสอบย่อย เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
1. นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ (K)	1. การตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 2. การตรวจแบบทดสอบย่อยเรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. ใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 2. แบบทดสอบย่อยเรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. ทำใบงานได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 2. ทำแบบทดสอบย่อยได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
2. นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (P)	1. การตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. ใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1. ทำใบงานได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)	1. การสังเกตจากพฤติกรรม การปฏิบัติงานกลุ่มของนักเรียน	1. แบบสังเกตพฤติกรรม การปฏิบัติงานกลุ่ม	1. ระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับดีขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) ขั้นนำเสนอบทเรียน เมื่อครูให้นักเรียนได้ลงมือทำใบกิจกรรมที่ 1 ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ และเมื่อครูนำเสนอตัวอย่างโจทย์ปัญหาการนำสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถคิดและช่วยกันตอบคำถามตามที่ครูถามได้

2) ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ โดยสามารถบอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร นอกจากนี้นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากมาใช้ในการแก้ปัญหาคตามแนวคิด DAPIC ได้ พบว่า เมื่อแบ่งกลุ่มให้นักเรียนทำใบงาน นักเรียนบางคนเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาลูกต้องเพียงบางส่วน หรือเขียนไม่เป็นลำดับขั้น ครูจึงต้องช่วยชี้แนะเพิ่มเติม เพราะเป็นการดำเนินการแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่นักเรียนยังไม่คุ้นชิน ครูต้องเน้นย้ำและอธิบายเพิ่มเติม เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและฝึกทำให้คุ้นชิน

3) ขั้นทดสอบย่อย นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยด้วยตนเองเป็นรายบุคคล และเมื่อร่วมกันเฉลย พร้อมอธิบายวิธีการคิด ช่วยสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี

4) ขั้นประกาศผล เมื่อประกาศผลคะแนนพัฒนาการให้นักเรียนทราบ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มที่มีนักเรียนเก่งที่สุดของห้องเป็นสมาชิก เพราะนักเรียนกลุ่มนี้มีคะแนนกลุ่มน้อยกว่านักเรียนกลุ่มที่มีนักเรียนเก่งน้อยกว่า

ปัญหา/อุปสรรค

นักเรียนอ่อนให้ความสนใจและความร่วมมือในการทำงานกลุ่มน้อย ส่วนนักเรียนเก่งมักจะทำงานคนเดียว ไม่รอเพื่อนร่วมกลุ่ม และนักเรียนบางคนไม่ส่งงานตามกำหนดเวลา

แนวทางแก้ไข

ครูต้องกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนรู้จักการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ช่วยสอนเพื่อน และการทำงานเป็นกลุ่ม เพราะความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับความสำเร็จของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม และเน้นย้ำให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ ถ้าทำไม่ได้ให้ปรึกษาเพื่อนสมาชิกภายในกลุ่ม หรือสามารถมาปรึกษาครูได้

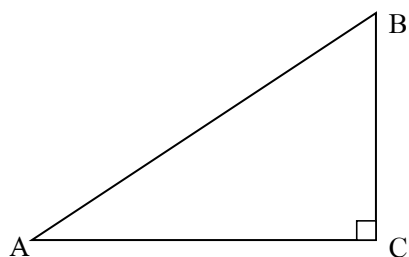
ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาววรรกมล บุญรักษา)

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

กำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มี \hat{C} เป็นมุมฉาก



เรียก \overline{AB} ว่า.....

เรียก \overline{AC} ว่า.....

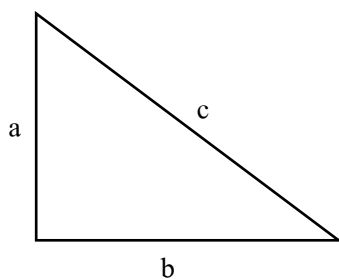
เรียก \overline{BC} ว่า.....



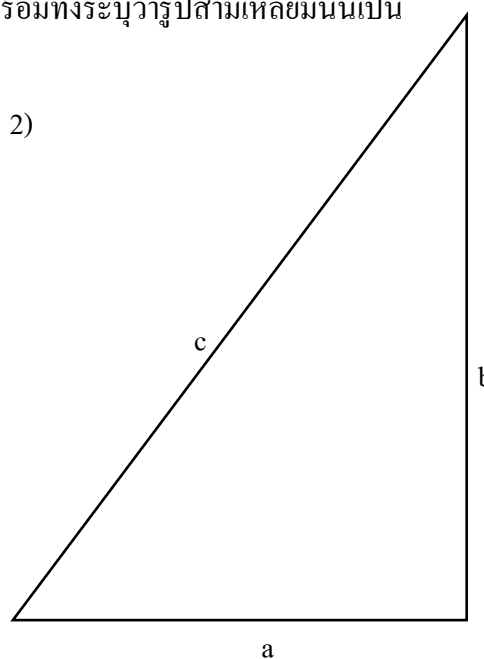
ลองวัดดูซิ

ให้นักเรียนวัดความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมต่อไปนี้ แล้วเติมลงในตารางให้สมบูรณ์ (หน่วย เซนติเมตร) พร้อมทั้งระบุว่ารูปสามเหลี่ยมนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่

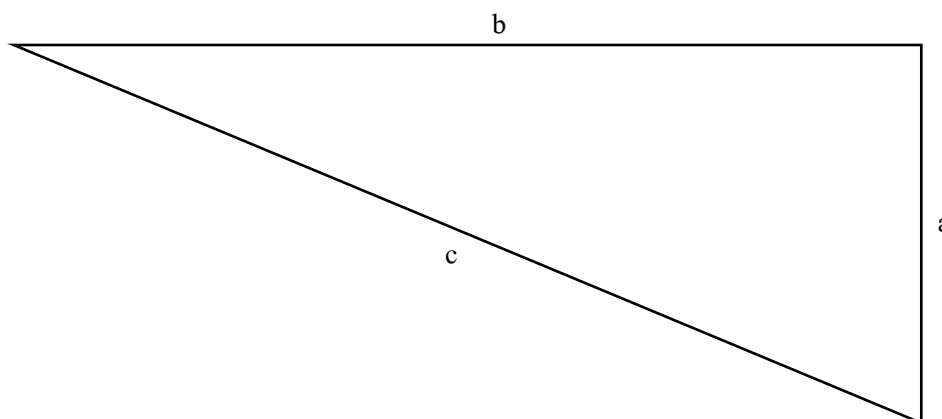
1)



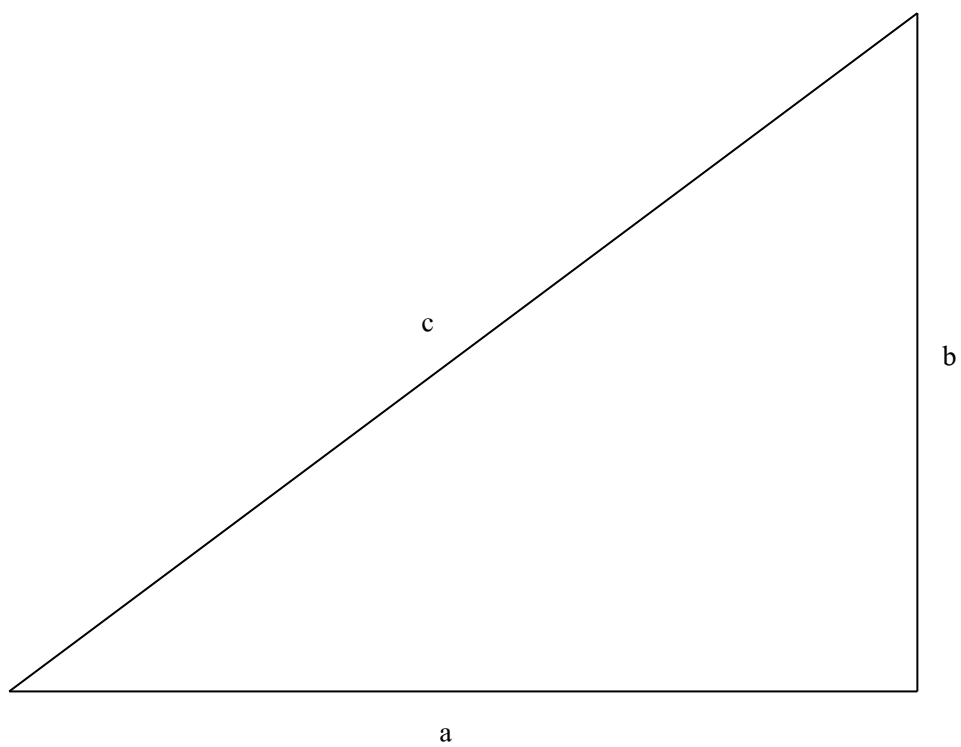
2)



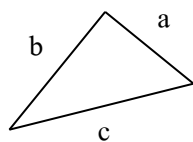
3)



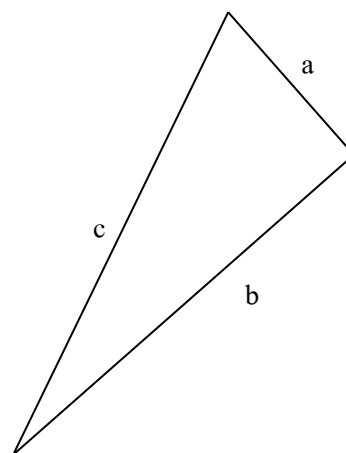
4)



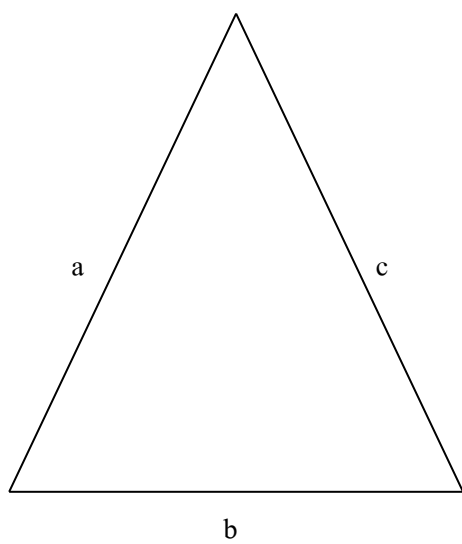
5)



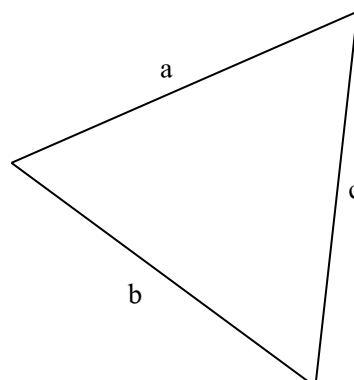
6)

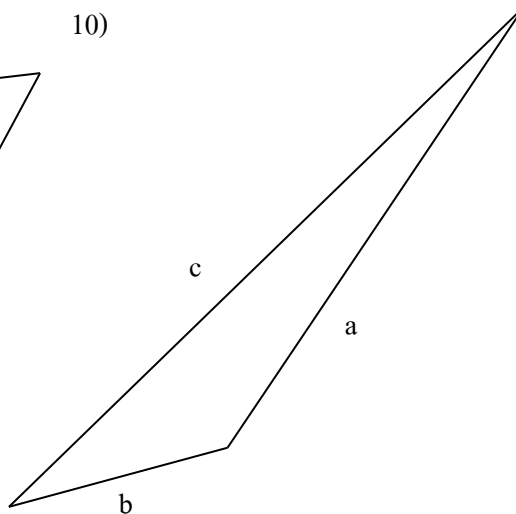
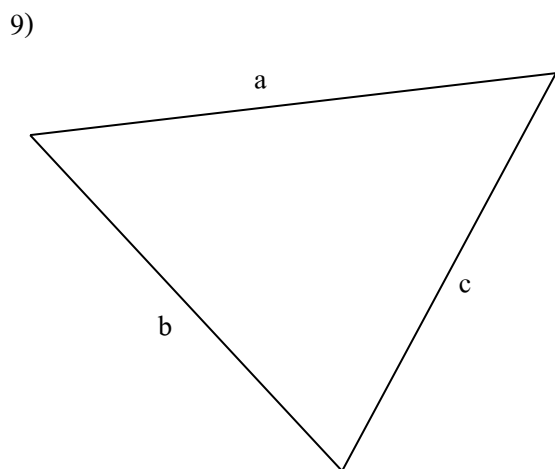


7)



8)





ข้อ	a	b	c	เป็น/ ไม่เป็น รูปสามเหลี่ยม มุมฉาก	a^2	b^2	$a^2 + b^2$	c^2
1)								
2)								
3)								
4)								
5)								
6)								
7)								
8)								
9)								
10)								

จากตาราง สังเกตได้ว่า.....

.....

.....

.....

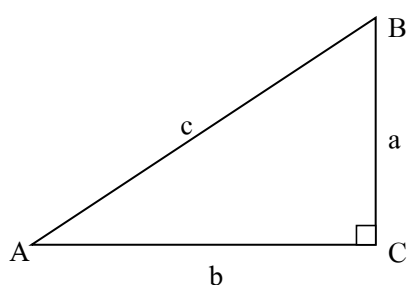
จึงสรุปเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ว่า

.....

.....

สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

กำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มี \hat{C} เป็นมุมฉาก ดังรูป



c แทน

a และ b แทน

จะได้

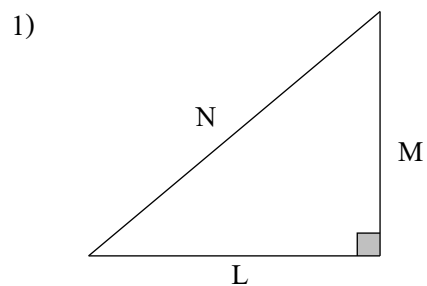
สรุปได้ว่า

.....

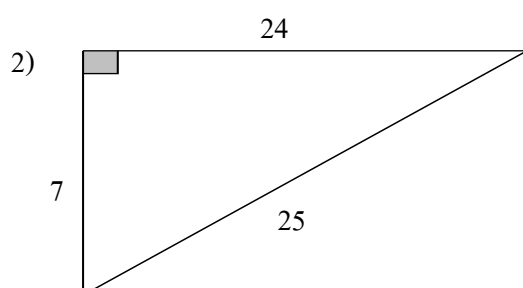
.....

.....

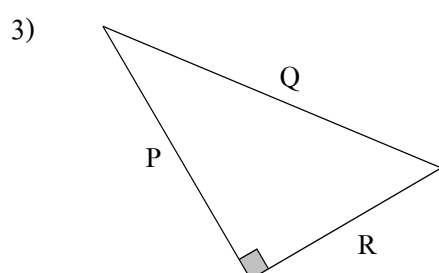
คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากต่อไปนี้



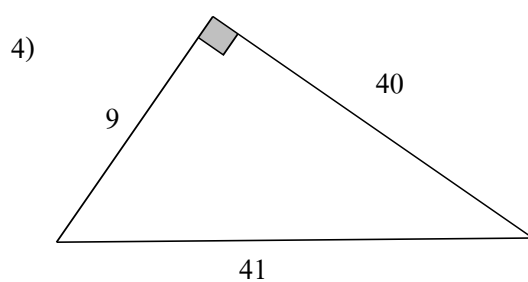
ตอบ



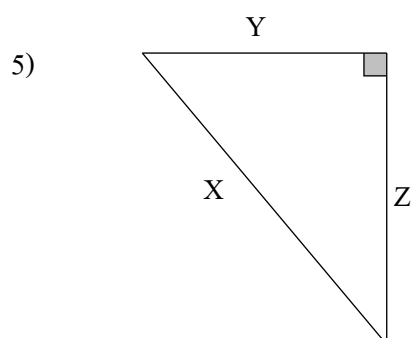
ตอบ



ตอบ

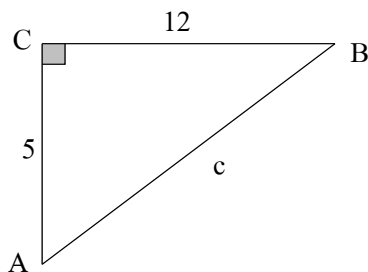


ตอบ



ตอบ

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่กำหนดให้ จงหาความยาวของ c และความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

.....

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

.....

.....

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

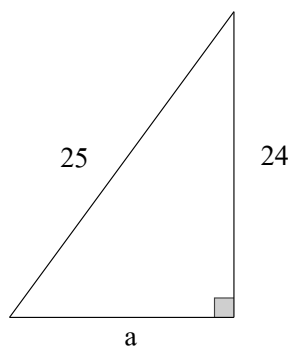
.....

Communicate

สรุปผล

.....

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ จงหาความยาวของ a



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

.....

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

.....

.....

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

Communicate

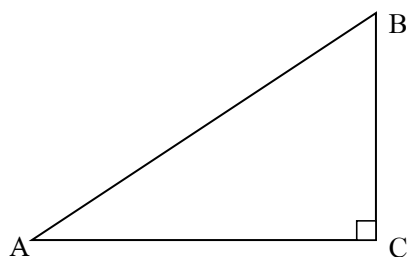
สรุปผล

.....

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

กำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มี $\angle C$ เป็นมุมฉาก



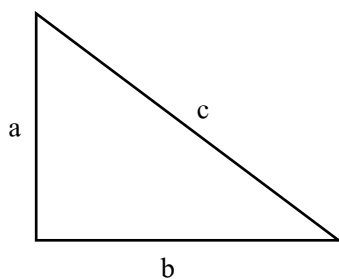
เรียก \overline{AB} ว่า ด้านตรงข้ามมุมฉาก
เรียก \overline{AC} และ \overline{BC} ว่า ด้านประกอบมุมฉาก



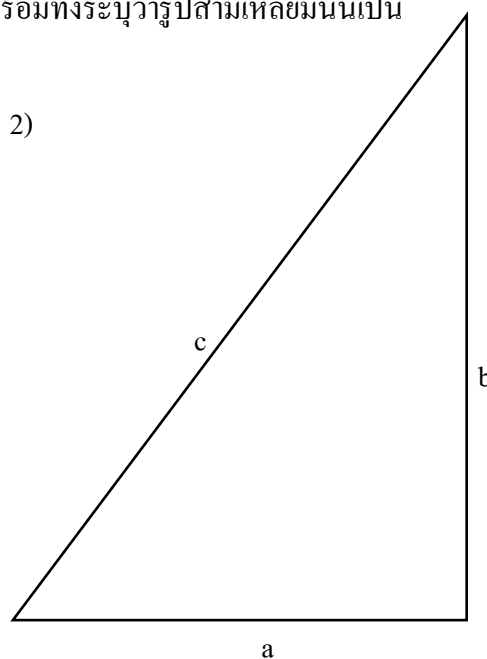
ลองวัดดูซิ

ให้นักเรียนวัดความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมต่อไปนี้ แล้วเติมลงในตารางให้สมบูรณ์ (หน่วย เซนติเมตร) พร้อมทั้งระบุว่ารูปสามเหลี่ยมนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่

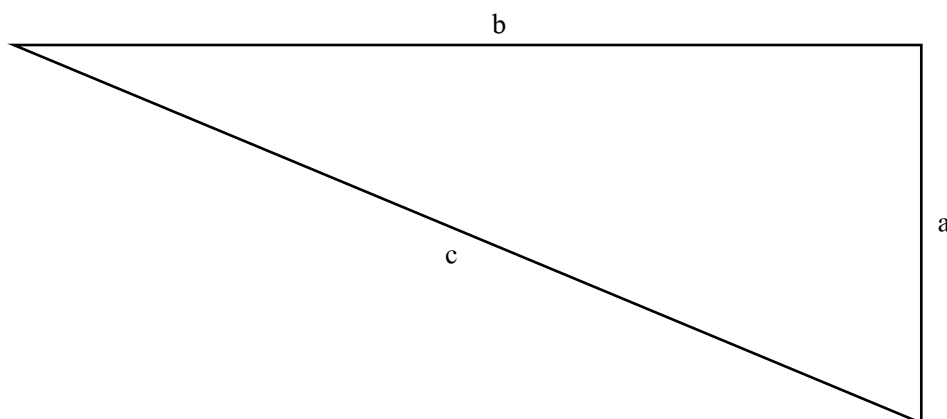
1)



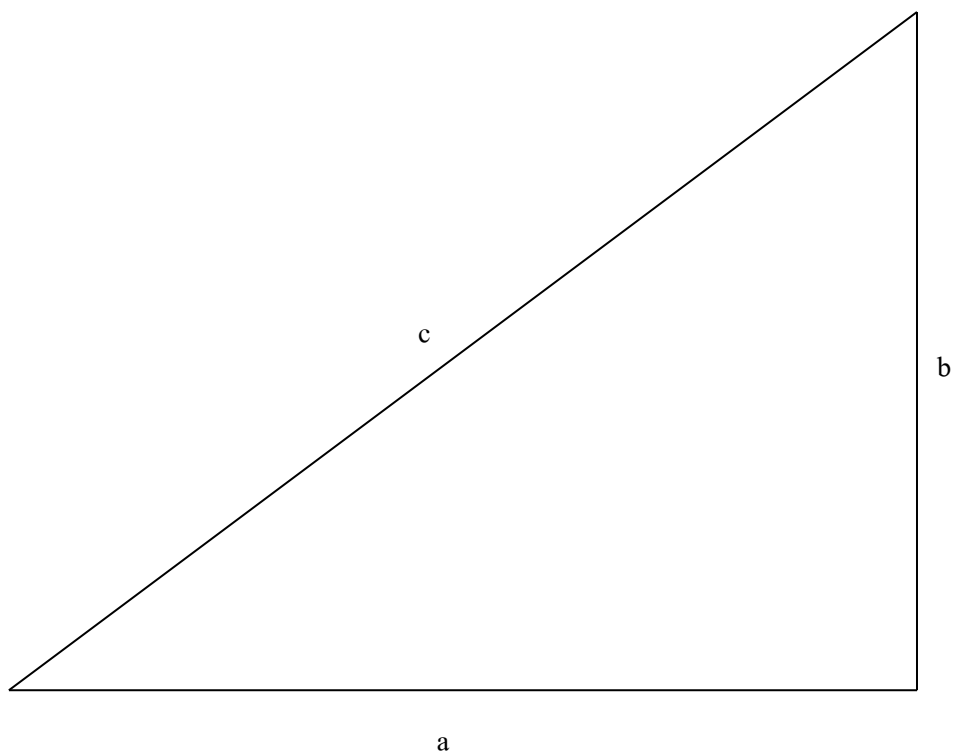
2)



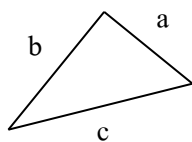
3)



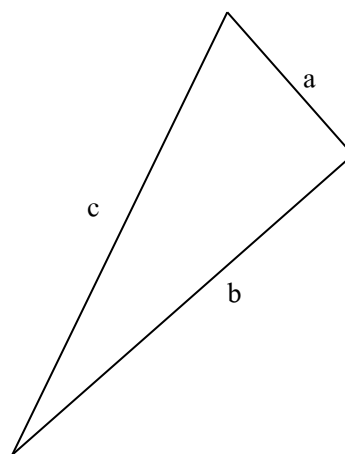
4)



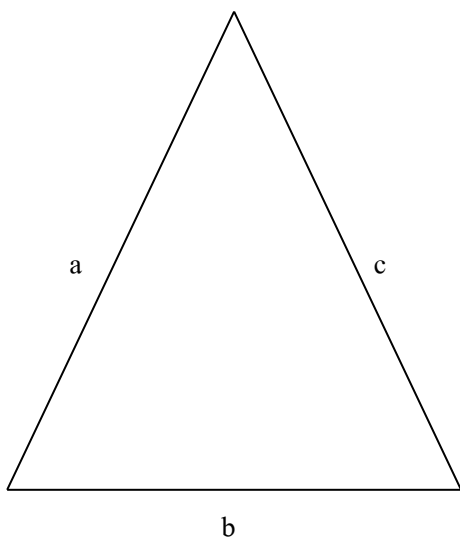
5)



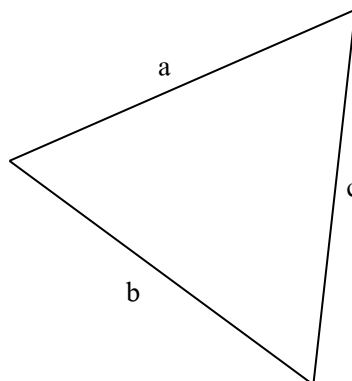
6)



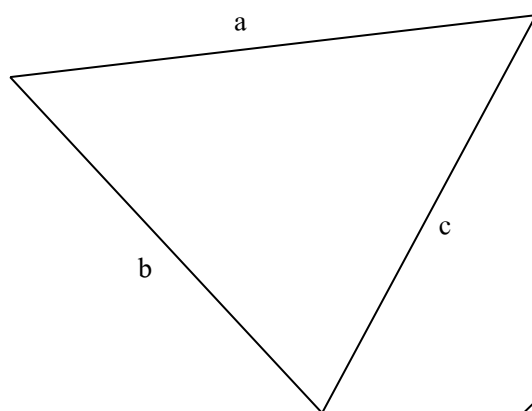
7)



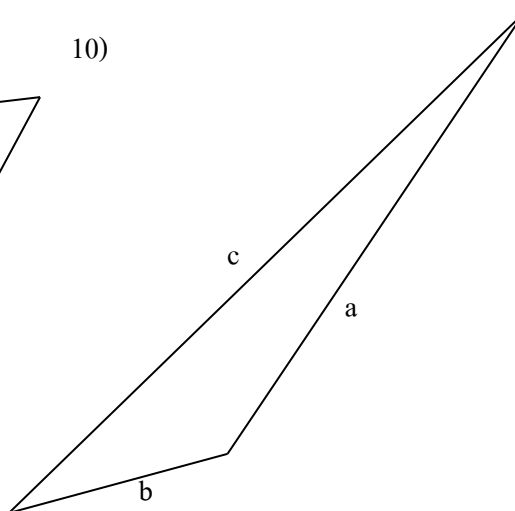
8)



9)



10)

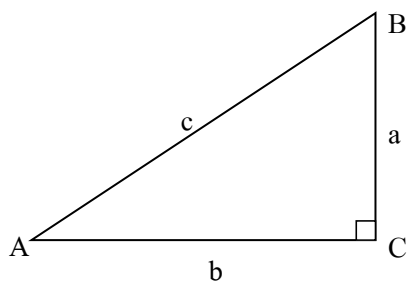


ข้อ	a	b	c	เป็น/ ไม่เป็น รูปสามเหลี่ยม มุมฉาก	a^2	b^2	$a^2 + b^2$	c^2
1)	3	4	5	เป็น	$3^2 = 9$	$4^2 = 16$	25	$5^2 = 25$
2)	6	8	10	เป็น	$6^2 = 36$	$8^2 = 64$	100	$10^2 = 100$
3)	5	12	13	เป็น	$5^2 = 25$	$12^2 = 144$	169	$13^2 = 169$
4)	9	12	15	เป็น	$9^2 = 81$	$12^2 = 144$	225	$15^2 = 225$
5)	1.5	2	2.5	เป็น	$1.5^2 = 2.25$	$2^2 = 4$	6.25	$2.5^2 = 6.25$
6)	2.5	6	6.5	เป็น	$2.5^2 = 6.25$	$6^2 = 36$	42.25	$6.5^2 = 42.25$
7)	7	6	7	ไม่เป็น	$7^2 = 49$	$6^2 = 36$	49	$7^2 = 49$
8)	5	5	5	ไม่เป็น	$5^2 = 25$	$5^2 = 25$	25	$5^2 = 25$
9)	7	6	6	ไม่เป็น	$7^2 = 49$	$6^2 = 36$	36	$6^2 = 36$
10)	7	3	9.5	ไม่เป็น	$7^2 = 49$	$3^2 = 9$	90.25	$9.5^2 = 90.25$

จากตาราง สังเกตได้ว่า ข้อ 1) - 6) มีค่า $a^2 + b^2 = c^2$ แต่ข้อ 7) - 10) มีค่า $a^2 + b^2 \neq c^2$ ซึ่งรูปสามเหลี่ยมที่มี $a^2 + b^2 = c^2$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จึงสรุปเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ว่า ผลรวมของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉากเท่ากับกำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

กำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มี \hat{ACB} เป็นมุมฉาก ดังรูป

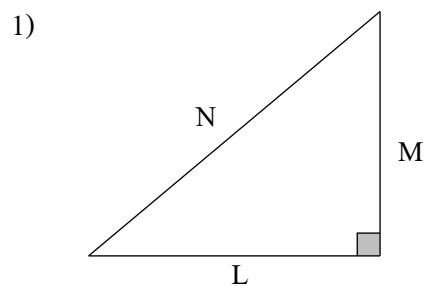


c แทน ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก
 a และ b แทน ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก
 จะได้ $c^2 = a^2 + b^2$

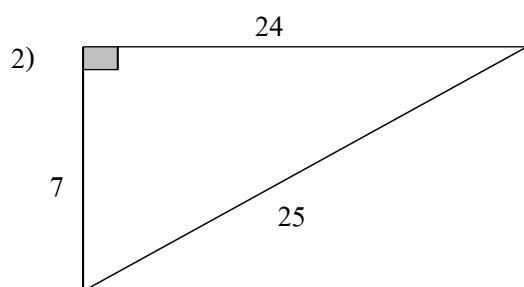
สรุปได้ว่า กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

ดังนั้น ถ้าทราบความยาวของด้านสองด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากแล้ว สามารถหาความยาวของด้านที่เหลือได้

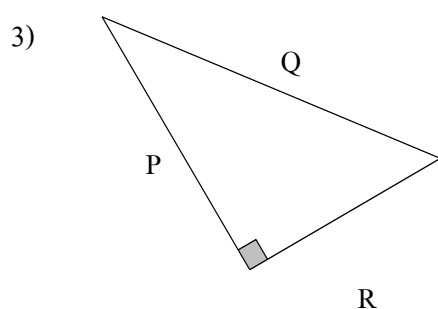
คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากต่อไปนี้



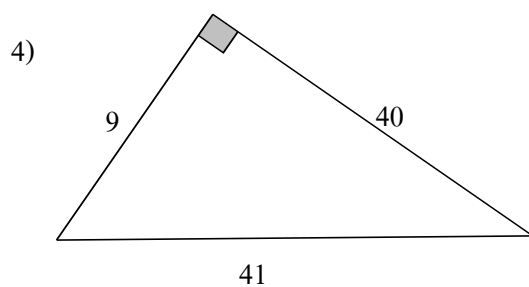
ตอบ $N^2 = M^2 + L^2$



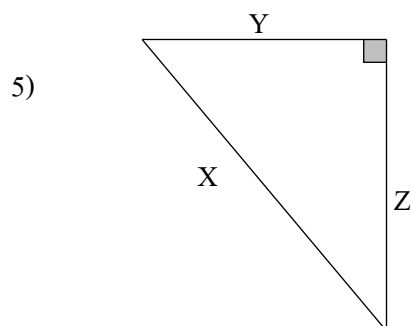
ตอบ $25^2 = 7^2 + 24^2$



ตอบ $Q^2 = P^2 + R^2$

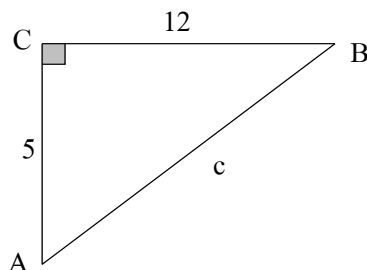


ตอบ $41^2 = 9^2 + 40^2$



ตอบ $X^2 = Y^2 + Z^2$

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่กำหนดให้ จงหาความยาวของ c และความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

- 1) ความยาวของ c (ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก)
- 2) ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- 1) รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว c หน่วย
- 2) มีด้านประกอบมุมฉากยาว 5 และ 12 หน่วย

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

- 1) ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก
- 2) สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

- 1) วิเคราะห์ค่า a , b และ c ตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แล้วเขียนสมการ
- 2) แก้สมการ เพื่อหาค่า c
- 3) นำค่า a , b และ c ที่ได้มาบวกกัน จะได้เป็นความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = c$, $a = 5$ และ $b = 12$

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

$$\text{จะได้} \quad c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = 5^2 + 12^2$$

$$c^2 = 25 + 144$$

$$c^2 = 169$$

$$c^2 = 13 \times 13$$

ดังนั้น $c = 13$ หน่วย

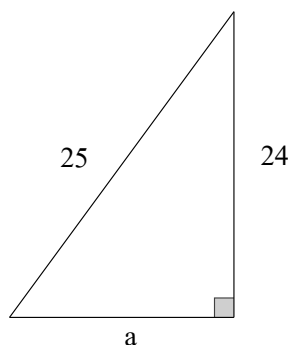
และ มีความยาวรอบรูป เท่ากับ $5 + 12 + 13 = 30$ หน่วย

Communicate

สรุปผล

ตอบ c มีความยาวเท่ากับ ๑๓ หน่วย และความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC เท่ากับ ๓๐ หน่วย

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ จงหาความยาวของ a



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

- 1) ความยาวของ a (ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก)

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- 1) รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 25 หน่วย และด้านประกอบมุมฉากยาว a หน่วย และ 24 หน่วย

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

- 1) ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก
- 2) ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก
- 3) สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

- 1) วิเคราะห์ค่า a , b และ c ตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แล้วเขียนสมการ
- 2) แก้สมการ เพื่อหาค่า a

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = 25$, $a = a$ และ $b = 24$

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

$$\text{จะได้} \quad c^2 = a^2 + b^2$$

$$25^2 = a^2 + 24^2$$

$$625 = a^2 + 576$$

$$a^2 = 625 - 576$$

$$a^2 = 49$$

$$a^2 = 7 \times 7$$

ดังนั้น

$$a = 7 \text{ หน่วย}$$

ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ได้ว่า $25^2 = 625 = 7^2 + 24^2 = 49 + 576$ ดังนั้น $a = 7$ มีความสมเหตุสมผล

Communicate

สรุปผล

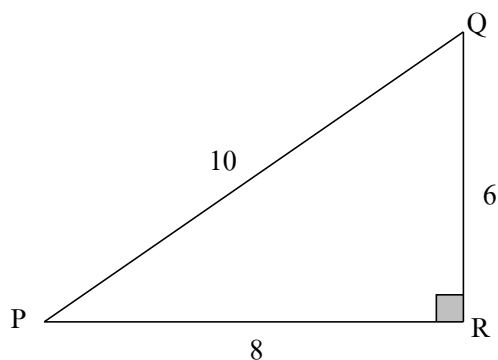
ตอบ a มีความยาวเท่ากับ ๗ หน่วย

ใบงานที่ 1
เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม	1. เลขที่	เลขที่
	2. เลขที่	เลขที่
	3. เลขที่	เลขที่
	4. เลขที่	เลขที่
	5. เลขที่	เลขที่

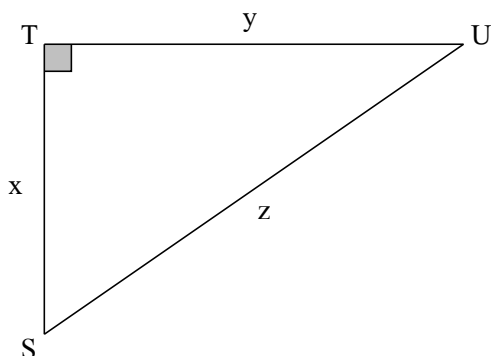
คำชี้แจง จงบอกชื่อด้านและความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสาม

1.



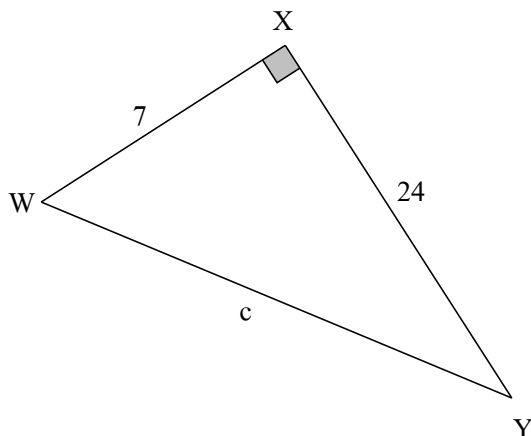
จากรูป เรียก ด้าน PQ ว่า ยาว หน่วย
 เรียก ด้าน PR ว่า ยาว หน่วย
 เรียก ด้าน QR ว่า ยาว หน่วย
 เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ว่า

2.



จากรูป เรียก ด้าน ST ว่า ยาว หน่วย
 เรียก ด้าน TU ว่า ยาว หน่วย
 เรียก ด้าน SU ว่า ยาว หน่วย
 เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ ได้ว่า

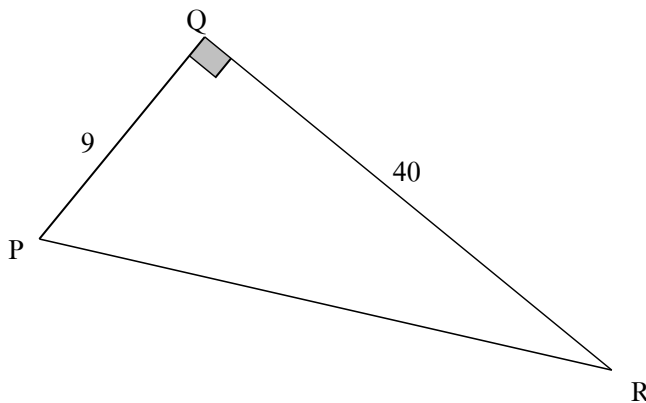
3.



จากรูป เรียก ด้าน WX ว่า ยาว หน่วย
 เรียก ด้าน WY ว่า ยาว หน่วย
 เรียก ด้าน XY ว่า ยาว หน่วย
 เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ ได้ว่า

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ต่อไปนี้

1. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก PQR ที่กำหนดให้ จงหาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก และ ความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก PQR



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

.....

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

.....

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

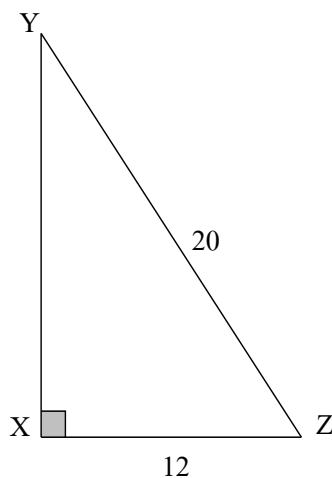
.....

Communicate

สรุปผล

.....

2. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ จงหาความยาวของด้าน XY



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

.....

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

.....

.....

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

Communicate

สรุปผล

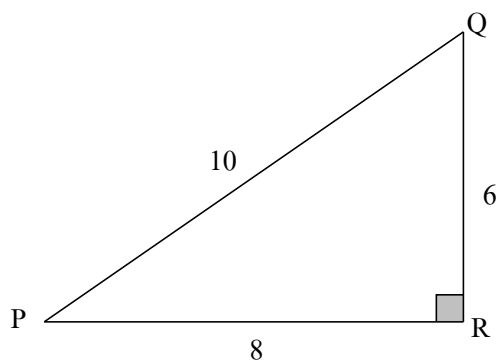
.....

เฉลย ใบงานที่ 1
เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม	1. เลขที่	เลขที่
	2. เลขที่	เลขที่
	3. เลขที่	เลขที่
	4. เลขที่	เลขที่
	5. เลขที่	เลขที่

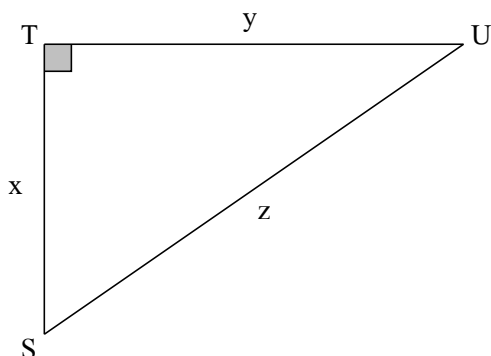
คำชี้แจง จงบอกชื่อด้านและความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสาม

1.



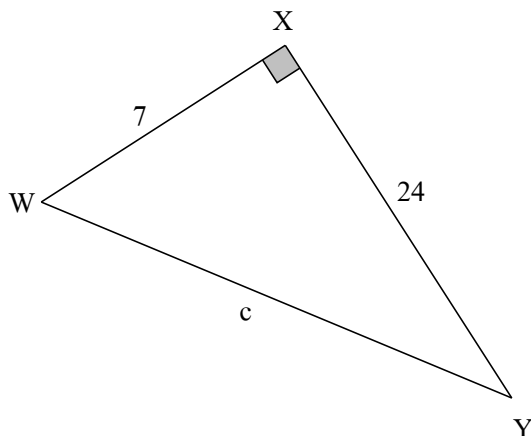
จากรูป เรียก ด้าน PQ ว่า *ด้านตรงข้ามมุมฉาก* ยาว 10 หน่วย
 เรียก ด้าน PR ว่า *ด้านประกอบมุมฉาก* ยาว 8 หน่วย
 เรียก ด้าน QR ว่า *ด้านประกอบมุมฉาก* ยาว 6 หน่วย
 เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ว่า $10^2 = 8^2 + 6^2$

2.



จากรูป	เรียก ด้าน ST ว่า	ด้านประกอบมุมฉาก	ยาว	x	หน่วย
	เรียก ด้าน TU ว่า	ด้านประกอบมุมฉาก	ยาว	y	หน่วย
	เรียก ด้าน SU ว่า	ด้านตรงข้ามมุมฉาก	ยาว	z	หน่วย
	เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ ได้ว่า $z^2 = x^2 + y^2$				

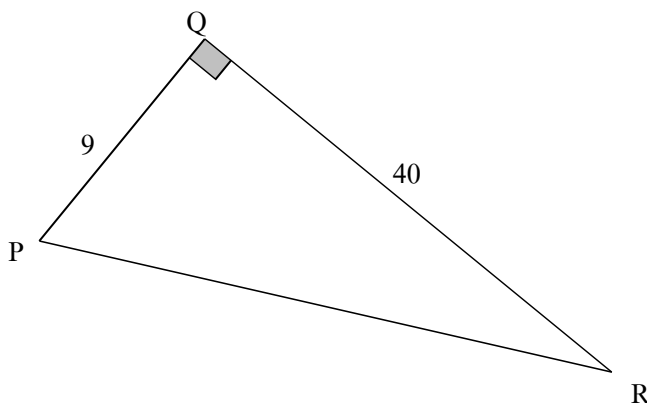
3.



จากรูป	เรียก ด้าน WX ว่า	ด้านประกอบมุมฉาก	ยาว	7	หน่วย
	เรียก ด้าน WY ว่า	ด้านตรงข้ามมุมฉาก	ยาว	c	หน่วย
	เรียก ด้าน XY ว่า	ด้านประกอบมุมฉาก	ยาว	24	หน่วย
	เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ ได้ว่า $c^2 = 7^2 + 24^2$				

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ต่อไปนี้

1. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก PQR ที่กำหนดให้ จงหาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก และ ความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก PQR



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

- 1) ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก
- 2) ความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก PQR

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- 1) รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก PQR มีด้านประกอบมุมฉากยาว 9 และ 40 หน่วย

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

- 1) ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก
- 2) สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

- 1) วิเคราะห์ค่า a , b และ c ตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และเขียนสมการ
- 2) แก้สมการ เพื่อหาค่าความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก
- 3) นำค่า a , b และ c ที่ได้มาบวกกัน จะได้เป็นความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

PQR

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = PR$, $a = 9$ และ $b = 40$

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ $PR^2 = a^2 + b^2$

$$PR^2 = 9^2 + 40^2$$

$$PR^2 = 81 + 1,600$$

$$PR^2 = 1,681$$

$$PR^2 = 41 \times 41$$

ดังนั้น $PR = 41$ หน่วย

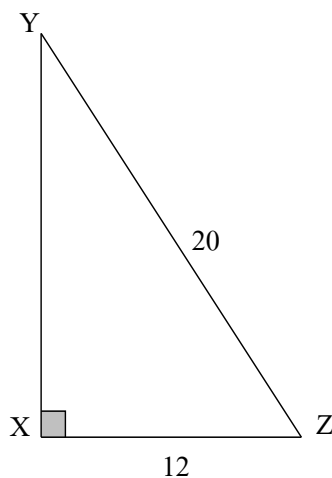
และ มีความยาวรอบรูปเท่ากับ $9 + 40 + 41 = 90$ หน่วย

Communicate

สรุปผล

ตอบ ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับ ๔๑ หน่วย และความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก PQR เท่ากับ ๙๐ หน่วย

2. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ จงหาความยาวของด้าน XY



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

- 1) ความยาวของด้าน XY (ด้านประกอบมุมฉาก)

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- 1) รูปสามเหลี่ยม XYZ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก มีด้าน XZ และ YZ ยาว 12 และ 20 หน่วย ตามลำดับ

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

- 1) ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก
- 2) ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก
- 3) สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

- 1) วิเคราะห์ค่า a , b และ c ตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และเขียนสมการ
- 2) แก้สมการ เพื่อหาค่าความยาวของด้าน XY

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = 20$, $a = 12$ และ $b = XY$

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$20^2 = 12^2 + XY^2$$

$$400 = 144 + XY^2$$

$$XY^2 = 400 - 144$$

$$XY^2 = 256$$

$$XY^2 = 16 \times 16$$

ดังนั้น

$$XY = 16 \text{ หน่วย}$$

Communicate

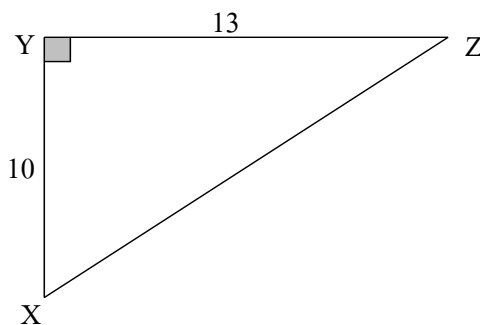
สรุปผล

ตอบ ความยาวของด้าน XY เท่ากับ ๑๖ หน่วย

แบบฝึกทักษะที่ 1
เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ต่อไปนี้

1. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ จงหาความยาวของด้าน XZ



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

.....

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

.....

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

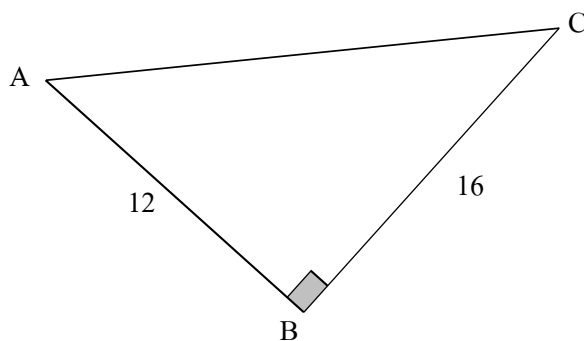
.....

Communicate

สรุปผล

.....

2. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่กำหนดให้ จงหาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก และ ความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

.....

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

.....

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

Communicate

สรุปผล

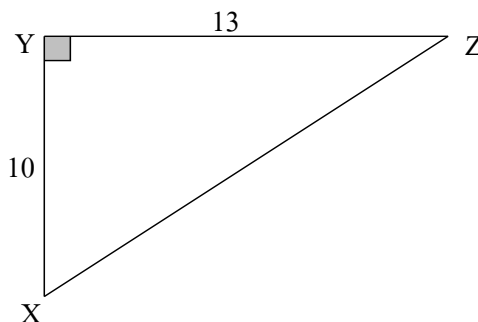
.....

เฉลย แบบฝึกทักษะที่ 1

เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ต่อไปนี้

1. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ จงหาความยาวของด้าน XZ



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

- 1) ความยาวของด้าน XZ (ด้านตรงข้ามมุมฉาก)

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- 1) รูปสามเหลี่ยม XYZ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก มีด้าน XY และ YZ ยาว 10 และ 13 หน่วย ตามลำดับ

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

- 1) ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก
- 2) สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

- 1) วิเคราะห์ค่า a , b และ c ตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และเขียนสมการ
- 2) แก้สมการ เพื่อหาค่าความยาวของด้าน XZ

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = XZ$, $a = 10$ และ $b = 13$

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้
$$XZ^2 = 10^2 + 13^2$$

$$XZ^2 = 100 + 169$$

$$XZ^2 = 269$$

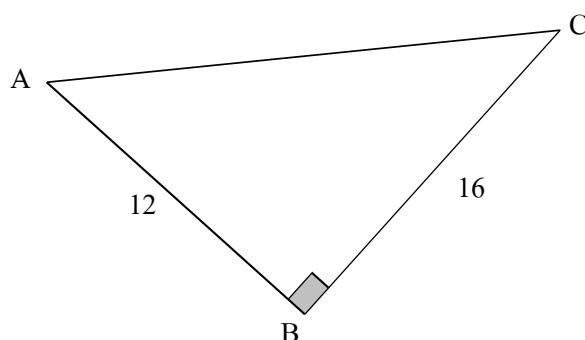
ดังนั้น $XZ = \sqrt{269}$ หน่วย

Communicate

สรุปผล

ตอบ ความยาวของด้าน XZ เท่ากับ $\sqrt{269}$ หน่วย

2. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่กำหนดให้ จงหาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก และ ความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

- 1) ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก
- 2) ความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- 1) รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC มีด้านประกอบมุมฉากยาว 12 และ 16 หน่วย

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

- 1) ความยาวของด้านประกอบมุมฉาก
- 2) สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

- 1) วิเคราะห์ค่า a , b และ c ตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และเขียนสมการ
- 2) แก้สมการ เพื่อหาค่าความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก
- 3) นำค่า a , b และ c ที่ได้มาบวกกัน จะได้เป็นความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ABC

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = AC$, $a = 12$ และ $b = 16$

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จะได้ $c^2 = a^2 + b^2$

$$AC^2 = 12^2 + 16^2$$

$$AC^2 = 144 + 256$$

$$AC^2 = 400$$

$$AC = 20 \times 20$$

ดังนั้น $AC = 20$ หน่วย

และ มีความยาวรอบรูปเท่ากับ $12 + 16 + 20 = 48$ หน่วย

Communicate

สรุปผล

ตอบ ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากับ ๒๐ หน่วย และความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC เท่ากับ ๔๘ หน่วย

แบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค 22102)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

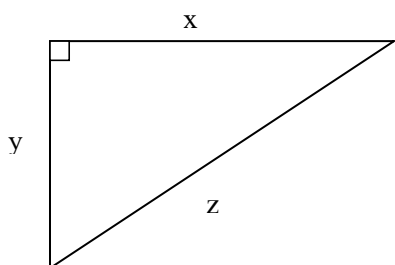
เวลาสอบ 20 นาที

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คำสั่ง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุด ลงในกระดาษคำตอบ

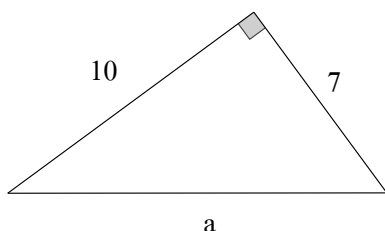
จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ (ค 3.2 ม.2/2)

1. สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากนี้ตรงกับข้อใด (ความรู้/ความจำ)



- 1) $x^2 = y^2 + z^2$
- 2) $y^2 = x^2 + z^2$
- 3) $z^2 = x^2 + y^2$
- 4) $x^2 = y^2 - z^2$

2. จากรูป ข้อใดต่อไปนี้ ไม่จริง (ความรู้/ความจำ)

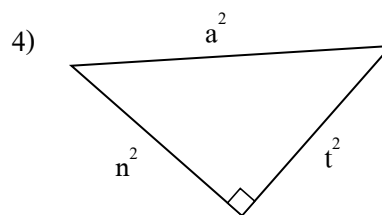
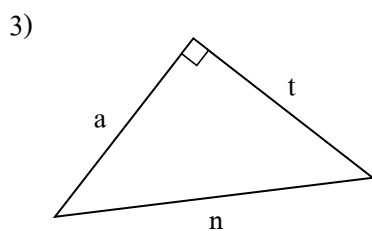
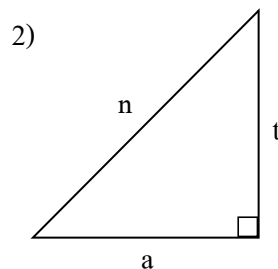
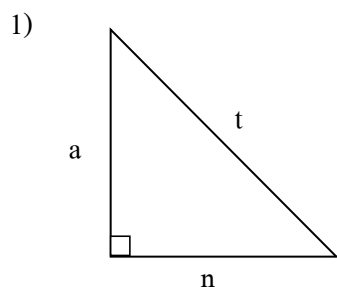


- 1) $7^2 = a^2 - 10^2$
- 2) $7^2 = 10^2 - a^2$
- 3) $10^2 = a^2 - 7^2$
- 4) $a^2 = 7^2 + 10^2$

3. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่งมีด้านประกอบมุมฉากยาวด้านละ 6 และ 8 นิ้ว ตามลำดับ มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 10 นิ้ว สามารถเขียนความสัมพันธ์ของความยาวด้านได้ดังข้อใด (ความเข้าใจ)

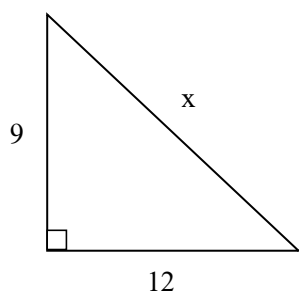
- 1) $6^2 = 8^2 + 10^2$
- 2) $8^2 = 10^2 - 6^2$
- 3) $8^2 = 10^2 + 6^2$
- 4) $10^2 = 8^2 - 6^2$

4. ข้อใดมีความสัมพันธ์ของความยาวด้านเป็น $a = \sqrt{t^2 - n^2}$ (ความเข้าใจ)



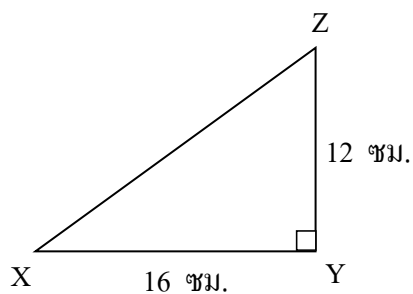
จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.2/2)

5. จากรูป x^2 มีค่าเท่ากับเท่าใด (ความเข้าใจ)



- 1) 15
- 2) 30
- 3) 216
- 4) 225

6. จากรูป XZ มีความยาวเท่ากับกี่เซนติเมตร (ความเข้าใจ)



- 1) 14 เซนติเมตร
- 2) 20 เซนติเมตร
- 3) 28 เซนติเมตร
- 4) 56 เซนติเมตร

เฉลย แบบทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ข้อ	เฉลย
1	3
2	2
3	2
4	1
5	4
6	2
7	1
8	1
9	3
10	2

แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด DAPIC
เรื่อง สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

เลขที่	ข้อ - สกุด	ความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด DAPIC					สรุป
		Define	Assess	Plan	Implement	Communicate	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
	รวม						
	ร้อยละ						

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด DAPIC

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
1. การทำ ความเข้าใจ	2	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง
	1	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ไม่ถูกต้อง หรือ - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดไม่ถูกต้อง แต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ได้ถูกต้อง หรือ - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง บางส่วน
	0	- บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา
2. การระบุ เงื่อนไขของ ปัญหา	2	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ ถูกต้อง และครบถ้วน
	1	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ ไม่ครบถ้วน
	0	- บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่บอกข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา
3. การวางแผน	2	- วางแผนแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง
	1	- วางแผนแก้ปัญหาถูกต้องบางขั้นตอน
	0	- ไม่วางแผนแก้ปัญหา หรือ - วางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
4. การ ดำเนินการ แก้ปัญหา	2	- ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้จนได้คำตอบที่ถูกต้อง
	1	- ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้แต่คำนวณผิดพลาด หรือ - ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ได้เพียงบางส่วน
	0	- ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่ดำเนินการแก้ปัญหา

รายการประเมิน	คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
5. การสรุป	2	- เขียนสรุปคำตอบถูกต้อง และครบถ้วน
คำตอบ	1	- เขียนสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือ - สรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	0	- เขียนสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่เขียนสรุปคำตอบ

แบบสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานกลุ่ม

กิจกรรม/ เรื่อง วันที่

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. เลขที่

2. เลขที่

3. เลขที่

4. เลขที่

5. เลขที่

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้ใช้สำหรับครูประเมินนักเรียน โดยพฤติกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มแสดงออกในระหว่างเรียนหรือทำกิจกรรมจำแนกได้เป็น 3 ระดับ ดังต่อไปนี้

2 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา

1 หมายถึง นักเรียนแสดงพฤติกรรมบางครั้ง

0 หมายถึง นักเรียนไม่แสดงพฤติกรรม

ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก

พฤติกรรมตามคุณลักษณะ	ระดับของพฤติกรรมที่แสดงออก		
	2	1	0
1. มีการปรึกษากันภายในกลุ่ม			
2. ร่วมกันเสนอแนวคิดและวางแผนในการแก้ปัญหา			
3. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			
4. ให้ความร่วมมือในการทำงานร่วมกับผู้อื่น			
5. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด			
รวม			

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับพฤติกรรม
8 - 10	ดีมาก
5 - 7	ดี
0 - 4	ควรปรับปรุง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

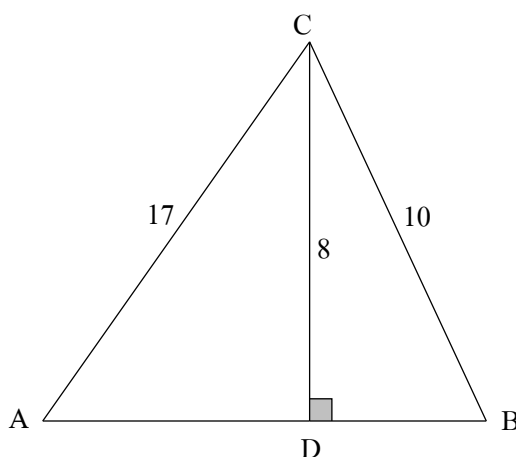
เวลา 50 นาที

ชื่อ - สกุล..... ชั้น ม.2 เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC โดยละเอียด

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ระหว่างความยาวด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (ค 3.2 ม.2/2)

1. จากรูป กำหนดให้ $AC = 17$, $BC = 10$ และ $CD = 8$ จงหาความยาวของด้าน AB



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

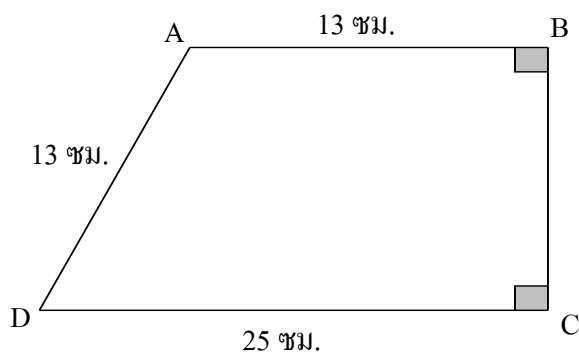
Communicate

สรุปผล

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

(ค 3.2 ม.2/2)

2. จากรูป จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD



Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

.....

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

.....

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

Communicate

สรุปผล

.....

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถนำทศลักษณ์ของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหา
ได้ (ค 3.2 ม.2/2)

3. ไม้ยาว 15, 20 และ 25 นิ้ว สามารถนำมาประกอบเป็นกรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้หรือไม่

Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

.....

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

.....

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Communicate

สรุปผล

.....

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถบดกลับและทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหา
ในชีวิตจริงได้ (ค 3.2 ม.2/2)

4. บันไดยาว 8.5 เมตร ถ้าต้องการวางบันไดพิงกับผนังบ้าน โดยให้ปลายบันไดอยู่สูงจากพื้น
7.5 เมตร จะต้องให้เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังบ้านเท่าใด

Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

.....

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

.....

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Communicate

สรุปผล

.....

5. นักประดิษฐ์ต้องการประดิษฐ์ปริซึมฐานสามเหลี่ยม โดยเขามีแผ่นกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า อยู่ 3 แผ่น แต่ละแผ่นมีความยาวด้านกว้างเป็น 7, 12 และ 15 ฟุต อยากทราบว่านักประดิษฐ์จะสามารถประดิษฐ์ปริซึมนี้โดยมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้หรือไม่ และ ถ้าไม่ได้เขาสามารถประดิษฐ์ปริซึมเป็นฐานรูปสามเหลี่ยมชนิดใดได้

Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

.....

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

.....

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

.....

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

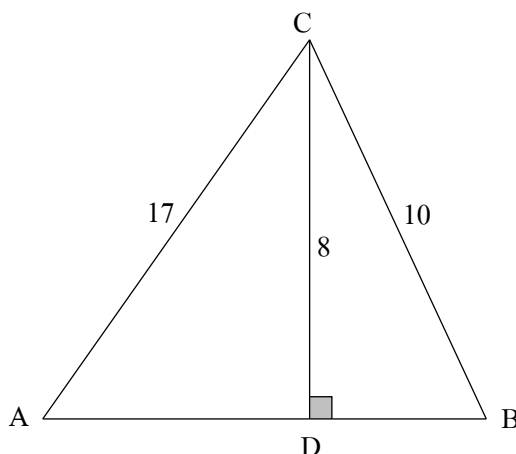
Communicate

สรุปผล

.....

เฉลย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1. จากรูป กำหนดให้ $AC = 17$, $BC = 10$ และ $CD = 8$ จงหาความยาวของด้าน AB



วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ดังนี้

Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

- 1) ความยาวของด้าน AB

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- 1) $AC = 17$
2) $BC = 10$
3) $CD = 8$

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

1) ความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก หรือทฤษฎีบทพีทาโกรัส

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

- 1) พิจารณารูปสามเหลี่ยม ACD และรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก BCD ทีละรูป

2) หาความยาวของด้าน AD และ DB โดยใช้ความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก หรือใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

3) นำความยาวด้าน AD มาบวกกับความยาวด้าน DB จะได้เป็นความยาวของด้าน AB

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ พิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ACD

วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = AC = 17$, $a = CD = 8$ และ $b = AD$

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

$$\text{จะได้ } c^2 = a^2 + b^2$$

$$17^2 = 8^2 + AD^2$$

$$289 = 64 + AD^2$$

$$AD^2 = 289 - 64$$

$$AD^2 = 225$$

$$AD = 15 \text{ หน่วย}$$

พิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก BCD

วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = CB = 10$, $a = CD = 8$ และ $b = DB$

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

$$\text{จะได้ } c^2 = a^2 + b^2$$

$$10^2 = 8^2 + DB^2$$

$$100 = 64 + DB^2$$

$$DB^2 = 100 - 64$$

$$DB^2 = 36$$

$$DB = 6 \text{ หน่วย}$$

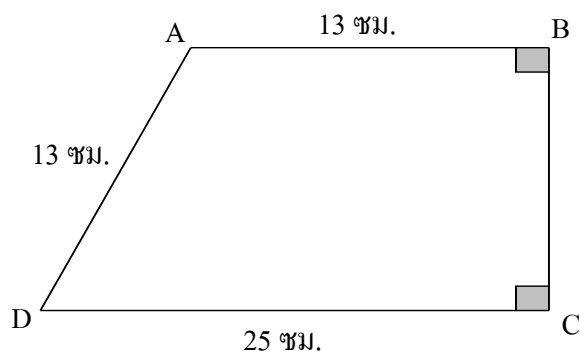
ดังนั้น ความยาวด้าน $AB = 15 + 6 = 21$ หน่วย

Communicate

สรุปผล

ตอบ ความยาวด้าน AB เท่ากับ ๒๑ หน่วย

2. จากรูป จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD



วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ดังนี้

Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

- 1) พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- 1) ด้าน AB ยาว 13 เซนติเมตร
- 2) ด้าน AD ยาว 13 เซนติเมตร
- 3) ด้าน DC ยาว 25 เซนติเมตร

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

- 1) ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- 2) สูตรคำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

Plan

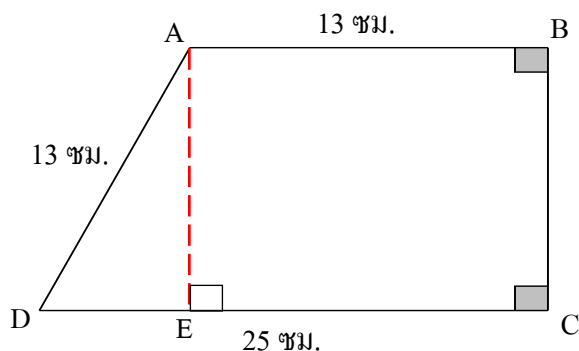
แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

- 1) ลากเส้นตรงจากจุด A ให้มาตั้งฉากกับด้าน DC ที่จุด E จะได้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ADE
- 2) หาความยาวของด้าน AE เพื่อเป็นความสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู โดยใช้ความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- 3) คำนวณหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ ลากเส้นตรงจากจุด A มาตั้งฉากกับด้าน DC ที่จุด E



วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = AD = 13$, $a = DE = 25 - 13 = 12$ และ $b = AE$

จาก ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จะได้ $c^2 = a^2 + b^2$

$$13^2 = 12^2 + AE^2$$

$$169 = 144 + AE^2$$

$$AE^2 = 169 - 144$$

$$AE^2 = 25$$

$$AE = 5 \text{ เซนติเมตร}$$

จาก พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู = $\frac{1}{2} \times$ ผลบวกของความยาวด้านคู่ขนาน \times สูง

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad \text{พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม } ABCD &= \frac{1}{2} \times (AB + DC) \times AE \\ &= \frac{1}{2} \times (13 + 25) \times 5 \\ &= \frac{1}{2} \times 38 \times 5 \\ &= 19 \times 5 \\ &= 95 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

Communicate

สรุปผล

ตอบ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD เท่ากับ ๙๕ ตารางเซนติเมตร

3. ไม้ยาว 15, 20 และ 25 นิ้ว สามารถนำมาประกอบเป็นกรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้หรือไม่
วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ดังนี้

Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1) ไม้สามท่อนนี้สามารถนำมาประกอบเป็นกรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้หรือไม่
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

1) ไม้ยาว 15, 20 และ 25 นิ้ว

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

1) ความยาวทั้งสามด้านของรูปสามเหลี่ยม

2) บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

1) วิเคราะห์ความยาวทั้งสามด้านจากที่โจทย์กำหนด

2) กำหนดให้ด้านที่ยาวที่สุดเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก ส่วนสองด้านที่เหลือเป็นด้าน

ประกอบมุมฉาก

3) แทนค่าตามทฤษฎีบทพีทาโกรัส แล้วตรวจสอบโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = 25$, $a = 15$ และ $b = 20$

จาก ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จะได้ $c^2 = a^2 + b^2$

$$25^2 = 15^2 + 20^2$$

$$625 = 225 + 400$$

$$625 = 625 \quad \text{จริง}$$

ดังนั้น ไม้ยาว 15, 20 และ 25 นิ้ว นำมาประกอบเป็นกรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้

Communicate

สรุปผล

ตอบ ไม้ยาว 15, 20 และ 25 นิ้ว นำมาประกอบเป็นกรอบรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้

4. บ้านไดยาว 8.5 เมตร ถ้าต้องการวางบันไดพิงกับผนังบ้าน โดยให้ปลายบันไดอยู่สูงจากพื้น 7.5 เมตร จะต้องให้เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังบ้านเท่าใด

วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ดังนี้

Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

- 1) ต้องให้เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังบ้านเท่าใด

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- 1) บ้านไดยาว 8.5 เมตร
- 2) ต้องการวางบันไดพิงกับผนังบ้าน โดยให้ปลายบันไดอยู่สูงจากพื้น 7.5 เมตร

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

- 1) ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

- 1) วาดรูปประกอบจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
- 2) พิจารณาความสัมพันธ์ของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบท

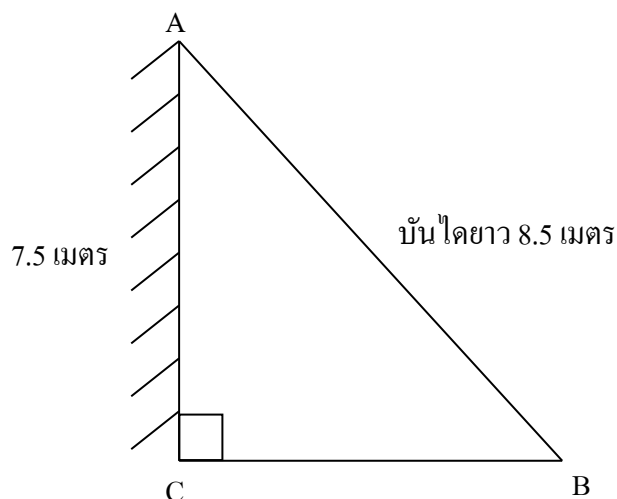
พีทาโกรัส

- 3) แทนค่าเพื่อแก้สมการ จะได้เป็นระยะห่างระหว่างเชิงบันไดกับผนังบ้าน

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ วาดรูปประกอบจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ดังนี้



ให้ AB แทน ความยาวของบันได

AC แทน ความสูงของผนังบ้าน

วิเคราะห์ให้โจทย์จะได้ $c = AB = 8.5$, $a = AC = 7.5$ และ $b = CB$

จาก ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$\text{จะได้ } c^2 = a^2 + b^2$$

$$(8.5)^2 = (7.5)^2 + CB^2$$

$$72.25 = 56.25 + CB^2$$

$$CB^2 = 72.25 - 56.25$$

$$CB^2 = 16$$

$$CB^2 = 4 \times 4$$

$$CB = 4 \text{ เมตร}$$

Communicate

สรุปผล

ตอบ จะต้องให้เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังบ้าน ๔ เมตร

5. นักประดิษฐ์ต้องการประดิษฐ์ปริซึมฐานสามเหลี่ยม โดยเขามีแผ่นกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า อยู่ 3 แผ่น แต่ละแผ่นมีความยาวด้านกว้างเป็น 7, 12 และ 15 ฟุต อยากทราบว่านักประดิษฐ์จะสามารถประดิษฐ์ปริซึมนี้โดยมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้หรือไม่ และ ถ้าไม่ได้เขาสามารถประดิษฐ์ปริซึมเป็นฐานรูปสามเหลี่ยมชนิดใดได้

วิธีทำ ใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิด DAPIC ดังนี้

Define

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1) นักประดิษฐ์จะสามารถประดิษฐ์ปริซึมนี้โดยมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้หรือไม่

2) ถ้าไม่ได้เขาสามารถประดิษฐ์ปริซึมเป็นฐานรูปสามเหลี่ยมชนิดใดได้

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

1) นักประดิษฐ์ต้องการประดิษฐ์ปริซึมฐานสามเหลี่ยม โดยเขามีแผ่นกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าอยู่ 3 แผ่น แต่ละแผ่นมีความยาวด้านกว้างเป็น 7, 12 และ 15 ฟุต

Assess

ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องใช้

1) ความยาวทั้งสามด้านของรูปสามเหลี่ยม

2) บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

Plan

แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

1) วิเคราะห์ความยาวทั้งสามด้านจากที่โจทย์กำหนด

2) กำหนดให้ด้านที่ยาวที่สุดเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก ส่วนสองด้านที่เหลือเป็นด้านประกอบมุมฉาก

3) แทนค่าตามทฤษฎีบทพีทาโกรัส แล้วตรวจสอบโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

Implement

ดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ วิเคราะห์โจทย์จะได้ $c = 15$, $a = 7$ และ $b = 12$

จาก ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จะได้ $c^2 = a^2 + b^2$

$$15^2 = 7^2 + 12^2$$

$$225 = 49 + 144$$

$$225 = 193 \quad \text{เท็จ}$$

ดังนั้น นักประดิษฐ์ไม่สามารถประดิษฐ์ปริซึมนี้โดยมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ตามบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

เนื่องจาก $c^2 > a^2 + b^2$ ดังนั้น เขาสามารถประดิษฐ์ปริซึมเป็นฐานรูปสามเหลี่ยมมุมป้านได้

Communicate

สรุปผล

ตอบ นักประดิษฐ์ไม่สามารถประดิษฐ์ปริซึมนี้โดยมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ แต่สามารถประดิษฐ์ปริซึมเป็นฐานรูปสามเหลี่ยมมุมป้านได้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ (ค.3.2 ม.2/2)

1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากมีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว x หน่วย และด้านประกอบมุมฉากยาว y และ z หน่วย ตามลำดับ ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง (ความรู้/ความจำ)

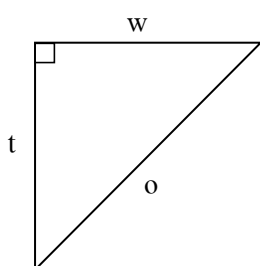
1) $x^2 = y^2 - z^2$

2) $x^2 = y^2 + z^2$

3) $x^2 + y^2 = z^2$

4) $y^2 = x^2 + z^2$

2. จากรูป ข้อใดคือสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (ความรู้/ความจำ)



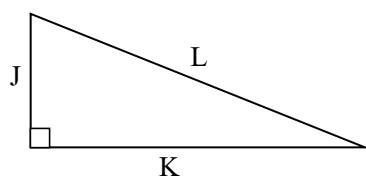
1) $t^2 = w^2 + o^2$

2) $w^2 = t^2 + o^2$

3) $o^2 = w^2 + t^2$

4) $o^2 = w^2 - t^2$

3. จากรูป ให้ J, K และ L แทนความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แล้วข้อใดต่อไปนี้เป็นความสัมพันธ์ของความยาวของด้าน J (ความเข้าใจ)



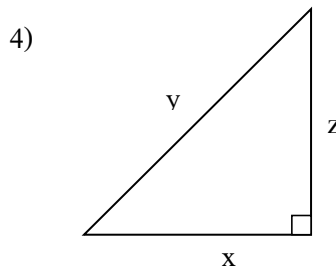
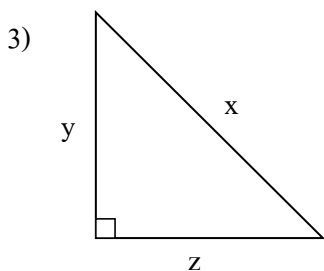
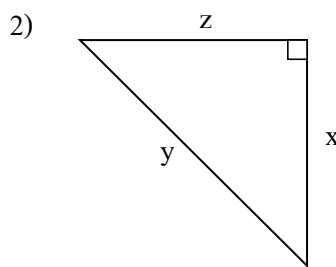
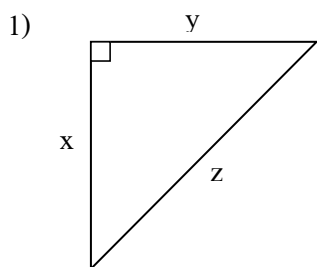
1) $\sqrt{K^2 - L^2}$

2) $\sqrt{K^2 + L^2}$

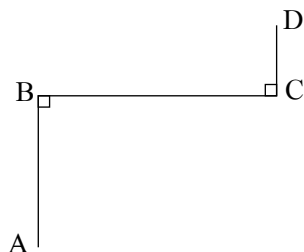
3) $\sqrt{L^2 - K^2}$

4) $\sqrt{2(L-K)^2}$

4. รูปสามเหลี่ยมในข้อใดมีความสัมพันธ์ของด้านเป็น $z^2 - x^2 = y^2$ (ความเข้าใจ)



5. จากรูป ถ้า $AB = 12$ หน่วย, $BC = 15$ หน่วย, $CD = 8$ หน่วย แล้วข้อใดต่อไปนี้เป็นความยาวของด้าน AD (การนำไปใช้)



1) $(12 + 8) - 5$

2) $15^2 - 12^2$

3) $\sqrt{20^2 - 15^2}$

4) $\sqrt{20^2 + 15^2}$

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ (ค.3.2 ม.2/2)

6. กำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปหนึ่ง มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว m หน่วย และด้านประกอบมุมฉากยาว n และ o หน่วย ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากนี้ (ความรู้/ความจำ)

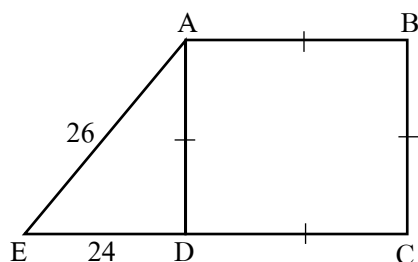
1) $m^2 - n^2 + o^2 = 0$

2) $m^2 - n^2 = o^2$

3) $m^2 - o^2 = n^2$

4) $m^2 - n^2 - o^2 = 0$

7. รูปสี่เหลี่ยม ABCD มีพื้นที่ที่ตารางหน่วย (ความเข้าใจ)



- 1) 26×24
- 2) $24^2 + 26^2$
- 3) $26^2 - 24^2$
- 4) $\sqrt{26^2 - 24^2}$

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถหาความยาวของด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
เมื่อกำหนดความยาวของด้านสองด้านให้ (ค 3.2 ม.2/2)

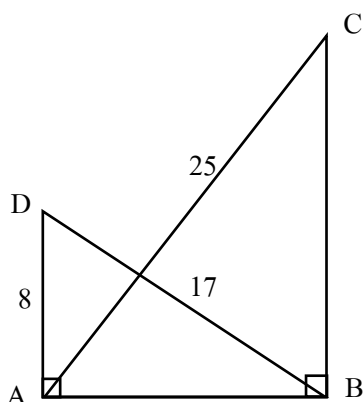
8. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีด้านประกอบมุมฉากยาวด้านละ 2 และ 3 หน่วย ตามลำดับ แล้ว
รูปสามเหลี่ยมนี้มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาวเท่าใด (ความรู้/ความจำ)

- 1) $\sqrt{2^2 + 3^2}$ หน่วย
- 2) $2^2 + 3^2$ หน่วย
- 3) $2(2 + 3)$ หน่วย
- 4) $(2 + 3)^2$ หน่วย

9. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD มีด้านยาวด้านละ 10 เซนติเมตร จะมีเส้นทแยงมุมยาวเท่าใด
(ความเข้าใจ)

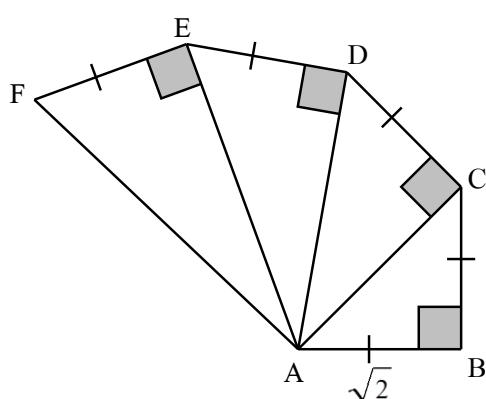
- 1) $5\sqrt{2}$ เซนติเมตร
- 2) $10\sqrt{2}$ เซนติเมตร
- 3) $5\sqrt{3}$ เซนติเมตร
- 4) $10\sqrt{3}$ เซนติเมตร

10. จากรูป $AD = 8$, $BD = 17$ และ $AC = 25$ แล้ว พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม DAB น้อยกว่าพื้นที่
ของรูปสามเหลี่ยม ABC เท่าใด (การนำไปใช้)



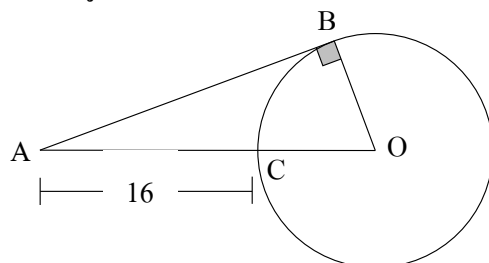
- 1) 60 ตารางหน่วย
- 2) 90 ตารางหน่วย
- 3) 120 ตารางหน่วย
- 4) 150 ตารางหน่วย

11. จากรูป จะได้ว่า $AF^2 + 5AC$ มีค่าเท่าใด (การนำไปใช้)



- 1) 8
- 2) 12
- 3) 20
- 4) 24

12. จากรูป $AB = 24$ และ $AC = 16$ จงหาความยาวของรัศมี OB (การวิเคราะห์)



- 1) 10 หน่วย
- 2) 9 หน่วย
- 3) 6 หน่วย
- 4) 5 หน่วย

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถเขียนบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ (ค.3.2 ม.2/2)

13. ข้อใดไม่ใช่อัตราส่วนความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (ความเข้าใจ)

- 1) 3: 4: 5
- 2) 5: 12: 13
- 3) 8: 24: 25
- 4) 9: 40: 41

14. รูปสามเหลี่ยมมีด้านทั้งสามเป็นอัตราส่วน 10: 10: 12 รูปสามเหลี่ยมรูปนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดใด (ความเข้าใจ)

- 1) รูปสามเหลี่ยมมุมแหลม
- 2) รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน
- 3) รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
- 4) ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยม

15. เชือกแต่ละเส้นมีความยาว 6, 8, 12, 15 และ 17 นิ้ว เชือกเส้นใดบ้างที่สามารถนำมาเรียงต่อกันเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้พอดี (การนำไปใช้)

- 1) 6, 8 และ 12 นิ้ว
- 2) 6, 15 และ 17 นิ้ว
- 3) 8, 12 และ 15 นิ้ว
- 4) 8, 15 และ 17 นิ้ว

16. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีความยาวรอบรูป 35 หน่วย มีด้านทั้งสามยาว 2m, 5m และ 14 หน่วย รูปสามเหลี่ยมนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดใด (การวิเคราะห์)
- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1) รูปสามเหลี่ยมมุมแหลม | 2) รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก |
| 3) รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน | 4) ข้อมูลไม่เพียงพอ |

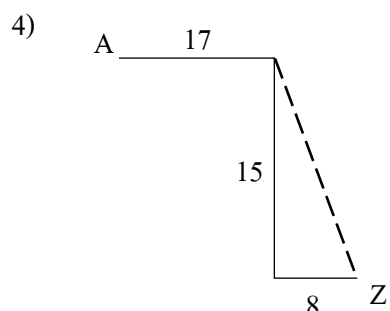
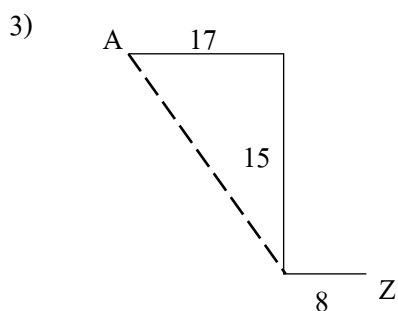
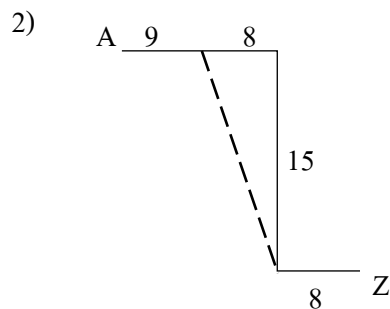
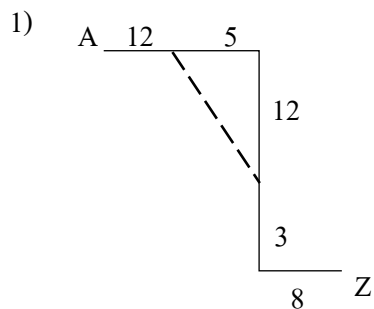
จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถนำทศนิยมและทศนิยมทศพิทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ (ก 3.2 ม.2/2)

17. ปิยมนเดินทางไปทางทิศเหนือ 12 ไมล์ และเลี้ยวไปทางขวาอีก 5 ไมล์ ปิยมนอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นกี่ไมล์ (ความเข้าใจ)
- | | |
|------------|------------|
| 1) 10 ไมล์ | 2) 11 ไมล์ |
| 3) 12 ไมล์ | 4) 13 ไมล์ |

18. เด็กคนหนึ่งปั่นจักรยานไปทางทิศตะวันออก 400 เมตร แล้วเดินไปทางทิศเหนืออีก 600 เมตร จากนั้นเลี้ยวไปทางทิศตะวันออกอีก 400 เมตร เด็กคนนี้จะอยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นกี่กิโลเมตร (การนำไปใช้)
- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1) 1 กิโลเมตร | 2) 10 กิโลเมตร |
| 3) 100 กิโลเมตร | 4) 1,000 กิโลเมตร |

19. นักท่องเที่ยวเข้าพักที่รีสอร์ทแห่งหนึ่ง มองเห็นต้นไม้ที่มีลาวดผูกต่ำจากยอด 2 ฟุต เมื่อเส้นลาวดยาว 15 ฟุต และนักท่องเที่ยวยืนห่างจากต้นไม้ 9 ฟุต อยากทราบว่าต้นไม้ต้นนี้มี ความสูงประมาณกี่เมตร เมื่อวัดจากปลายโคนถึงปลายยอด (การนำไปใช้)
- | | |
|-----------|-----------|
| 1) 10 ฟุต | 2) 12 ฟุต |
| 3) 14 ฟุต | 4) 16 ฟุต |

20. หากต้องการสร้างถนนเพื่อใช้ในการเดินทางจากเมือง A ไปยังเมือง Z ควรเลือกการสร้างถนนแบบใดจึงจะทำให้ได้ระยะทางสั้นที่สุด เมื่อ ----- แทน ถนนที่สร้างใหม่ (การวิเคราะห์)



เฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อ	เฉลย
1	2
2	3
3	3
4	1
5	4
6	1
7	3
8	1
9	2
10	3
11	3
12	1
13	3
14	2
15	4
16	3
17	4
18	1
19	3
20	3

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- คะแนนพัฒนาการของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ตารางที่ 41 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)
1	28
2	40
3	41
4	32
5	40
6	37
7	29
8	41
9	28
10	42
11	42
12	47
13	23
คะแนนรวม	470
คะแนนเฉลี่ย	36.15
ร้อยละ	72.13

สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด

ตารางที่ 42 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC

เลขที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
1	15
2	18
3	18
4	11
5	18
6	16
7	10
8	10
9	8
10	17
11	15
12	18
13	12
คะแนนรวม	186
คะแนนเฉลี่ย	14.31
ร้อยละ	71.54

สรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับแนวคิด DAPIC สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด

ตารางที่ 43 คะแนนพัฒนาการของนักเรียนหลังทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง สมบัติของรูป
สามเหลี่ยมมุมฉาก

กลุ่ม	เลขที่	คะแนน ฐาน	คะแนน จากการ ทดสอบย่อย	ผลต่าง ของ คะแนน	คะแนน พัฒนาการ	คะแนน รวมของ กลุ่ม	คะแนน เฉลี่ยของ กลุ่ม
A	1	52	2 (20)	-32	0	10	2
	5	72	6 (60)	-12	0		
	7	57	4 (40)	-17	0		
	11	76	3 (30)	-46	0		
	12	96	9 (90)	-6	10		
B	6	67	6 (60)	-7	10	10	2.50
	8	76	4 (40)	-36	0		
	9	61	4 (40)	-21	0		
	10	89	6 (60)	-29	0		
C	2	83	5 (50)	-33	0	10	0
	3	88	4 (40)	-44	0		
	4	63	5 (50)	-13	0		
	13	65	1 (10)	-55	0		

ตารางที่ 44 คะแนนพัฒนาการของนักเรียนหลังทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

กลุ่ม	เลขที่	คะแนน ฐาน	คะแนน จากการ ทดสอบย่อย	ผลต่าง ของ คะแนน	คะแนน พัฒนาการ	คะแนน รวมของ กลุ่ม	คะแนน เฉลี่ยของ กลุ่ม
A	1	36	6 (60)	+24	30	40	8
	5	66	5 (50)	-16	0		
	7	48.50	3 (30)	-18.50	0		
	11	53	5 (50)	-3	10		
	12	93	7 (70)	-23	0		
B	6	63.50	6 (60)	-3.50	10	30	7.5
	8	58	6 (60)	+2	10		
	9	50.50	3 (30)	-20.50	0		
	10	74.50	7 (70)	-4.50	10		
C	2	66.50	7 (70)	+3.50	10	30	7.5
	3	64	4 (40)	-24	0		
	4	56.50	3 (30)	-26.50	0		
	13	37.50	5 (50)	+12.50	20		

ตารางที่ 45 คะแนนพัฒนาการของนักเรียนหลังทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส

กลุ่ม	เลขที่	คะแนน ฐาน	คะแนน จากการ ทดสอบย่อย	ผลต่าง ของ คะแนน	คะแนน พัฒนาการ	คะแนน รวมของ กลุ่ม	คะแนน เฉลี่ยของ กลุ่ม
A	1	48	7 (70)	+22	30	90	18
	5	60.5	7 (70)	+9.50	10		
	7	39.25	3 (30)	-9.25	10		
	11	51.15	8 (80)	+28.85	30		
	12	81.50	9 (90)	+8.50	10		
B	6	61.75	7 (70)	+8.25	10	70	17.5
	8	59	8 (80)	21	30		
	9	40.25	6 (60)	+19.75	20		
	10	72.25	8 (80)	+7.75	10		
C	2	68.25	7 (70)	+1.75	10	80	20
	3	52	8 (80)	+28	30		
	4	43.25	4 (40)	-3.25	10		
	13	43.75	7 (70)	+26.25	30		

ตารางที่ 46 คะแนนพัฒนาการของนักเรียนหลังทดสอบระหว่างเรียน เรื่อง การนำบทกลับและ
ทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้

กลุ่ม	เลขที่	คะแนน ฐาน	คะแนน จากการ ทดสอบย่อย	ผลต่าง ของ คะแนน	คะแนน พัฒนาการ	คะแนน รวมของ กลุ่ม	คะแนน เฉลี่ยของ กลุ่ม
A	1	59	5 (50)	-9	10	50	10
	5	65.25	6 (60)	-5.25	10		
	7	34.63	5 (50)	+15.37	20		
	11	65.58	5(50)	-15.58	0		
	12	85.75	8 (80)	-5.75	10		
B	6	65.88	4 (40)	-25.88	0	20	5
	8	69.50	6 (60)	-9.50	10		
	9	50.13	4 (40)	-10.13	0		
	10	76.13	7 (70)	-6.13	10		
C	2	69.13	5 (50)	-19.13	0	20	5
	3	66	5 (50)	-16	0		
	4	41.63	4 (40)	-1.63	10		
	13	56.88	6 (60)	+3.12	10		