

การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี

นางสาวศุภิสรา หานุสิงห์

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2568

การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี

นางสาวศุภิสรา หานุสิงห์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2568

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง	:	การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี
ผู้วิจัย	:	นางสาวศุภิสรา หานุสิงห์
ปริญญา	:	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตรศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา
ปีที่สำเร็จการศึกษา	:	2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (2) เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (3) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (4) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ (5) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีและใช้เทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 58 คน ซึ่งได้มากจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี และแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) สถิติทดสอบทีกรณีกลุ่มเดียว (One Sample t-test) และสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มอิสระ (Independent Sample t-test)

ผลการวิจัย พบว่า (1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีประสิทธิภาพของการเรียนรู้ (E_1 / E_2) เท่ากับ 75.31/72.19 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีประสิทธิภาพของการเรียนรู้ (E_1 / E_2) เท่ากับ 73.50/71.66 (3) การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง ร้อยละ 73.07

และระดับปานกลาง ร้อยละ 26.92 (4) การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง ร้อยละ 78.12 และระดับปานกลาง ร้อยละ 21.88 และ (5) คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีและคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยีไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้, สมรรถนะทางคณิตศาสตร์, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

Title : The Development of Mathematical Competencies of Grade 9 With Technology and Without Technology
Author : Miss. Supissara Hanusing
Degree : Mather of Education (Mathematics Education) Rajabhat Mahasarakham University
Advisors : Assistant Professor Dr. Ramnaree Nontapa
Year : 2025

ABSTRACT

This research aims to (1) Develop the learning activity management for Grade 9 students on the topic of surface area and volume in technology-enhanced classrooms to achieve the efficiency criteria of 70/70, (2) Develop the learning activity management for Grade 9 students on the topic of surface area and volume in non-technology classrooms to achieve the efficiency criteria of 70/70, (3) Compare the mathematical competence of Grade 9 students in technology-enhanced classrooms with the 70% benchmark, (4) Compare the mathematical competence of Grade 9 students in non-technology classrooms with the 70% benchmark and (5) Compare the mathematical competence of Grade 9 students between technology-enhanced and non-technology classrooms. The sample group consisted of 58 Grade 9 students selected through cluster random sampling. The research instruments included learning activity plans for technology-enhanced classrooms, learning activity plans for non-technology classrooms, and a mathematics competency test. The statistical methods used for data analysis included percentage, mean, standard deviation, task analysis, One Sample t-test, and Independent Sample t-test.

The research findings revealed that (1) The learning activity management using technology on the topic of surface area and volume achieved an instructional efficiency of 75.31/72.19, meeting the established criteria, (2) The learning activity management without technology on the topic of surface area and volume achieved an instructional efficiency of 73.50/71.66, (3) The mathematical competence of Grade 9 students in technology-enhanced classrooms was significantly higher than the 70% benchmark at the .05 significance level. The competency levels were 73.07% at a high level and 26.92% at a moderate level, (4) The mathematical competence

of Grade 9 students in non-technology classrooms was significantly higher than the 70% benchmark at the .05 significance level. The competency levels were 78.12% at a high level and 21.88% at a moderate level and (5) There was no statistically significant difference in the average mathematical competence scores between students in technology-enhanced classrooms and those in non-technology classrooms at the .05 significance level.

Keywords: Learning Activities, Mathematical Competencies, Technology



Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ซึ่งให้การช่วยเหลือและให้คำแนะนำตลอดจนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความตั้งใจและความเอาใจใส่ของท่านเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตรจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีรพงษ์ วงศ์พินิจ, อาจารย์วริดา พลาศรี, คุณครูปาลิดา กุลภัทรเมธา และคุณครูธารินีย์ บรรเทา ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคมและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม ที่ให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูลจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ ตลอดจนให้คำแนะนำในการปฏิบัติหน้าที่ต่าง ๆ ในโรงเรียน และขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาคณิตศาสตรศึกษาที่คอยเป็นกำลังใจให้กันเรื่อยมาจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนบูรพาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่อยู่เบื้องหลังในการวางรากฐานการศึกษา ให้กับผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

นางสาวศุภิสรา หานุสิงห์

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ก
ABSTRACT ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 5
1.3 สมมติฐานการวิจัย 5
1.4 ขอบเขตการวิจัย 5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 10
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 11
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 11
2.2 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 17
2.3 การจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 68
2.4 เทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ 70
2.5 ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 105
2.6 แบบทดสอบ 106
2.7 การหาคุณภาพเครื่องมือ 112
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 123
2.9 กรอบแนวคิดการวิจัย 140
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 141
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 141
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 143

หัวเรื่อง **หน้า**

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย 143
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 155
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 158
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 159
บทที่ 4 ผลการวิจัย 165
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 165
4.2 ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 165
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 166
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 193
5.1 สรุป 193
5.2 อภิปรายผล 195
5.3 ข้อเสนอแนะ 200
บรรณานุกรม 202
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 211
ภาคผนวก ข ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ 261
ภาคผนวก ค รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย 281
ภาคผนวก ง การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ 283
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์ 286
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 293
ประวัติผู้วิจัย 294

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 16
2.2 ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 23
2.3 การคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F) 26
2.4 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (F) 27
2.5 การใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) 30
2.6 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (E) 31
2.7 การตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I) 35
2.8 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการตีความและประเมิน (I) 36
2.9 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R) 49
2.10 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (R) 50
2.11 วิเคราะห์ข้อสอบตัวอย่างที่ 1 63
2.12 วิเคราะห์ข้อสอบตัวอย่างที่ 2 63
2.13 เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อย ซึ่งกำหนดประเด็นการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ 66
2.14 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก 117
2.15 ประเภทของความเชื่อมั่นความหมายและวิธีการประมาณค่า 121
3.1 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 143
3.2 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี 146
3.3 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี 150
3.4 จำนวนข้อสอบที่สร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 11 ข้อ ที่สอดคล้องกับเนื้อหา 152
3.5 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 153
3.6 เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อยซึ่งกำหนดประเด็นการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ 156

ตารางที่ **หน้า**

3.7 เกณฑ์การให้คะแนนระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 158
4.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี นำเสนอโดยใช้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน 167
4.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี นำเสนอโดยใช้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน 169
4.3 คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี นำเสนอโดยร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 170
4.4 ผลการศึกษาจำนวนนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี และร้อยละของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ การคิด / แปลงปัญหา (Formulate: F) 171
4.5 ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี 173
4.6 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 178
4.7 คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี นำเสนอโดยร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 179
4.8 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์และระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี 180
4.9 ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี 182
4.10 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 187
4.11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 188
4.12 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสองสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 189
4.13 แสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 190
ข.1 รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี 262

ตารางที่ **หน้า**

ข.2 รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี 265
ข.3 รายการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 269
ข.4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ 274
ข.5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 276
ข.6 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 278
ข.7 ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร..... 279
ข.8 ค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 280
ง.1 ข้อตกลงเบื้องต้นของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..... 284
ง.2 ข้อตกลงเบื้องต้นของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..... 285

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 สมรรถนะและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทหนึ่ง ๆ 22
2.2 ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 69
2.3 ระดับความเข้มข้นของการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร..... 99
2.4 แนวปฏิบัติในการเรียนการสอนที่ใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร..... 100
2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย..... 140
3.1 ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง 142
4.1 ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และจำนวนของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี..... 172
4.2 ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และจำนวนของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี..... 181
4.3 เปรียบเทียบระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี..... 192

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ภายในระยะเวลาไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา ระบบการศึกษาในแต่ละประเทศบนโลกเป็นสิ่งที่มีความเป็นพลวัตสูง กล่าวคือ การเรียนรู้ของเยาวชนยุคใหม่มีความแตกต่างจากรูปแบบที่เคยเป็นมาอย่างสิ้นเชิง ทั้งนี้ด้วยกระแสโลกาภิวัตน์ที่ทำให้สังคมโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว สมรรถนะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกอนาคตจึงเปลี่ยนแปลงไปด้วย “ครู” ผู้เป็นหนึ่งในฟันเฟืองที่สำคัญที่สุดของระบบการศึกษา จะต้องปรับเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นเพียงผู้ถ่ายทอดวิชาความรู้ ไปเป็น “ผู้อำนวยการเรียนรู้ (Learning Facilitator)” การจัดการเรียนรู้ โดยการที่ครูนำเอาเพียงความรู้และประสบการณ์ในอดีตมาถ่ายทอดให้กับผู้เรียน จึงไม่เพียงพอที่จะส่งเสริมผู้เรียนให้มีสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับสังคมในศตวรรษที่ 21 แต่ครูจะต้องทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนรู้สำหรับเยาวชนในยุคดิจิทัล โดยเพิ่มเติมการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่เป็นรากฐานสำคัญของศาสตร์แห่งชีวิต อีกทั้งเป็นองค์ความรู้สำคัญที่จะเกิดขึ้นได้จากประสบการณ์ ซึ่งแต่ละคนต้องตกผลึกเป็นหลักการเพื่อนำมาใช้ในชีวิตต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, น. 1)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์และความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์วางแผนการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจสังคมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ทำให้ทรัพยากรณ์มนุษย์ต้องปรับตัวเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1) เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยความคิด การใช้กระบวนการคิดในการศึกษาอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับมโนทัศน์ต่าง ๆ กล่าวคือคณิตศาสตร์ครอบคลุมถึงจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น คณิตศาสตร์เชิงจัดการ

และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน ดังนี้นครูผู้สอนจะต้องมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ (ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ, 2562, น. 12)

จากการศึกษาของคณะกรรมการอิสระเพื่อการปฏิรูปการศึกษา พบว่านักเรียนไทยขาดสมรรถนะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ไม่สามารถนำความรู้ ทักษะและเจตคติที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงานต่าง ๆ รวมถึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำมากจากผลการทดสอบทั้งระดับชาติ (O-NET) และการประเมินระดับนานาชาติโดยโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย, 2557, น. 9) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยโดยเฉลี่ยมีความรู้และความสามารถในการใช้ความรู้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานนานาชาติ และขาดคุณลักษณะที่พึงประสงค์หลายประการ (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565) จากหนังสือเรื่องการประเมินความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ (Assessing Mathematical Literacy) ได้ระบุไว้ว่า ถ้าหากบุคคลใดบุคคลหนึ่งมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ย่อมมีความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ (Stacey & Turner, 2014, p. 127) ตามนิยามของความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ของกรอบแนวทางการประเมินระดับนานาชาติ PISA ดังนี้ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริงและเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้ และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุป และการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความคิดสร้างสรรค์ มีการคิดไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย, 2563, น. 1) ซึ่งการประเมินความฉลาดรู้คณิตศาสตร์ของ PISA 2021 มุ่งเน้นการวัดความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical reasoning) กับการแก้ปัญหาในสถานการณ์โลกจริง (Real-World problem solving) หรือที่เรียกว่าสมรรถนะการสร้างแบบจำลอง (Modelling Competency) ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหาโลกจริงหรือกระบวนการสร้างแบบจำลองนั้น จะมีกระบวนการที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การคิด/การแปลงปัญหา (Formulate) การใช้คณิตศาสตร์ (Employ) การตีความและประเมิน (Interpret & Evaluate) (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565, น. 6) ดังนั้น สถาบันการส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในโครงการเพิ่มศักยภาพครูให้มีสมรรถนะของครูยุคใหม่สำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงได้กำหนดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เป็น 4 สมรรถนะหลัก ได้แก่ การคิด/แปลงปัญหา (Formulate) คือความสามารถของบุคคลในการพิจารณาสถานการณ์

และตัดสินใจเลือกนำความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ไขปัญหาผ่านการแปลงปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ การใช้คณิตศาสตร์ (Employ) คือ ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่ผ่านกระบวนการคิดแปลงปัญหามาแล้วเพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ โดยการหาผลลัพธ์และวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแสดงการคำนวณ การแก้สมการ การงข้อสรุปจากข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ การตีความและประเมินผล (Interpret & Evaluate) คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปที่ได้จากกระบวนการใช้คณิตศาสตร์ แล้วตีความให้สอดคล้องกับบริบทของสถานการณ์ปัญหาโลกชีวิตจริง รวมถึงการแปลความหมายผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้ จากกระบวนการใช้คณิตศาสตร์ย้อนกลับไปยังบริบทของสถานการณ์ปัญหาโลกจริง และประเมินผลลัพธ์ว่าหรือข้อสรุปเหล่านั้นสมเหตุสมผลกับบริบทนั้น ๆ หรือไม่การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) คือ ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อถือว่าเป็นไปได้อย่างตรงไปตรงมาด้วยคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีกรอบแนวคิดที่ชัดเจน (สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565, น. 7-56)

การก้าวเข้าสู่ยุคสังคมเทคโนโลยีสารสนเทศได้สร้างความเปลี่ยนแปลงในวิถีชีวิต ความเป็นอยู่ วัฒนธรรม ทำให้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทสำาคัญและเป็นปัจจัยที่สำคัญในการรวบรวมและประมวลผล และจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการค้นหาและตรวจสอบข้อมูลและความรู้จากแหล่งต่าง ๆ (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2551, น. 34) ดังนั้น เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษามีความสำคัญต่อการเรียนการสอน เนื่องจากการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ มีศักยภาพสูงกว่าเครื่องมือเพื่อการสอนอื่น ๆ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้และมาตรฐานการศึกษาของผู้เรียนในวิชาต่าง ๆ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือ เพื่อให้นำไปสู่การผลิต การเข้าถึง การแพร่กระจายความรู้ให้แก่เด็ก เยาวชน และประชาชนได้เรียนรู้อย่างถูกต้องเหมาะสม จึงสนับสนุนให้มีการใช้คอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ตในการเรียนการสอนและการบริหารจัดการ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจะถูกใช้เป็นเครื่องมือในสร้างคนรุ่นใหม่ที่มีศักยภาพสูง สามารถแข่งขันกับนานาประเทศได้ และนำไปใช้เพิ่มโอกาสทางการศึกษา พัฒนาคนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้น ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นทักษะที่มีความจำเป็นสำหรับการจัดการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน เนื่องจากในศตวรรษที่ 21 ความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง การหลอมรวม และการเชื่อมโยงทางด้านเศรษฐกิจ วัฒนธรรม สังคม และชีวิตความเป็นอยู่ของคน

ในสังคมอย่างที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงหลีกไม่พ้นที่จะต้องนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา (ICT) ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบันและผู้เรียนคุ้นเคยเป็นอย่างดี เข้ามาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย (รามนรี นนทภา, 2566, น. 90)

ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET (Ordinary National Educational Test) นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม (กลุ่มงานบริหารวิชาการ โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม, 2566, น. 7-8) พบว่า สาระและมาตรฐานการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิต มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 9.13 (S.D = 6.06) ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 30 ของคะแนนเต็ม 34.50 แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังได้รับการฝึกและพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ จากการปฏิบัติการสอนของผู้วิจัย พบว่า สภาพการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม ปีการศึกษา 2566 พบว่า ไม่สนใจในการเรียน เกิดความเบื่อหน่าย ไม่ตั้งใจเรียน ไม่ทำแบบฝึกทักษะ รวมทั้งขาดแรงจูงใจที่จะเรียนในเนื้อหาพื้นที่ผิวและปริมาตร เนื่องจากรายวิชาที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการคิด ยากต่อความเข้าใจเพราะมีเทคนิคและสูตรที่ต้องนำมาใช้สัมพันธ์กัน นักเรียนส่วนใหญ่ไม่รู้สึกถึงความสำคัญ ไม่อยากค้นคว้า ไม่อยากทำแบบฝึกหัด ประกอบกับครูใช้วิธีการสอนแบบเดิม ๆ คือ บรรยาย อธิบายตามตัวอย่าง ขาดการปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน เวลาครูสอนก็จะไม่ตั้งใจเรียน คุยกัน ส่งเสียงดังรบกวนผู้อื่น ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอน สื่อการสอนนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้ เช่น แอปพลิเคชัน Kahoot!, Plickers และ Quizizz ที่เป็นแอปพลิเคชันเกม โปรแกรม GeoGebra ที่เป็นแอปพลิเคชันเรขาคณิตเชิงโต้ตอบ พีชคณิต สถิติ และแคลคูลัส เป็นต้น นำแอปพลิเคชันที่ตอบสนองต่อการเรียนการสอนเข้ามาช่วยให้นักเรียนสนุกกับการเรียน และเห็นเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น ผู้วิจัยจึงต้องการจะนำสื่อการสอนรูปแบบใหม่ในการจัดการเรียนเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้สนุกกับบทเรียนและสามารถช่วยเพิ่มสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

1.2.2 เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.2.5 เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีและใช้เทคโนโลยี

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3.2 คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3.3 คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีมีคะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 104 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 2 ห้อง จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวนนักเรียน 58 คน และทำการสุ่มห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีและใช้เทคโนโลยี ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 32 คน

ห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 26 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี และการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี

ตัวแปรตาม ได้แก่ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

เทคโนโลยี หมายถึง การนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มาประยุกต์ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เช่น แอปพลิเคชัน Kahoot!, Quizizz, Plicker, Power Point รวมถึงภาพและวิดิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการเรียนในแต่ละชั่วโมง เป็นต้น เพื่อช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเป็นลำดับขั้นตอน มองเห็นภาพที่ชัดเจน อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนตามทันเทคโนโลยีในปัจจุบันด้วย

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการคิด และทำงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ประกอบด้วย

1. การคิด/แปลงปัญหา (Formulate) สมรรถนะในการแยกแยะและรู้ถึงโอกาสที่จะใช้คณิตศาสตร์ และใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นในการแปลงสถานการณ์ให้เป็น

รูปแบบทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการแปลงสถานการณ์ให้เป็นบริบททางคณิตศาสตร์ แต่ละบุคคลจะต้องพิจารณาว่าจะนำความรู้คณิตศาสตร์ส่วนใดมาวิเคราะห์ จัดการ และแก้ปัญหา พวกเขาจะต้องแปลงสิ่งที่อยู่ในชีวิตจริงให้อยู่ในบริบทของคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้าง การแสดงแทน และข้อมูลทางคณิตศาสตร์ให้กับปัญหาในชีวิตจริงนั้น โดยต้องพิจารณาและทำความเข้าใจถึงข้อจำกัด และ สมมติฐานต่าง ๆ ในปัญหา

2. การใช้คณิตศาสตร์ (Employ) สมรรถนะในการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหาซึ่งได้แปลงให้อยู่ในรูปคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อให้ได้ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหานั้น แต่ละบุคคลต้องแสดงการดำเนินการตามกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาทิ การคำนวณ เบื้องต้น การแก้สมการ การอนุมานด้วยหลักเหตุผลจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การจัดการกับ สัญลักษณ์ การพิจารณาเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางหรือกราฟ การแสดงและการจัดการ กับรูปเรขาคณิตสามมิติ และการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น นักเรียนต้องดำเนินการกับตัวแบบของ สถานการณ์ปัญหา สร้างข้อกำหนด ระบุความเกี ่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อ โต้แย้งทางคณิตศาสตร์ กระบวนการในการใช้มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา

3. การตีความและประเมิน (Interpret) สมรรถนะในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือ ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ และตีความสิ่งเหล่านี้ในบริบทของปัญหาในชีวิตจริงที่เป็นปัญหาเริ่มต้นได้ รวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของปัญหาแล้วพิจารณาว่า ผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความสมเหตุสมผลและมีความหมายในบริบทของปัญหาหรือไม่ การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการรวมองค์ประกอบของวัฏจักรการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สองด้านไว้ด้วยกัน คือ “ตีความ” และ “ประเมิน” บุคคลที่ใช้กระบวนการนี้จะต้องสร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของ ปัญหาเริ่มต้น โดยต้องสะท้อนทั้งกระบวนการสร้างตัวแบบและผลลัพธ์ที่ได้มา กระบวนการในการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

4. การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) การประเมินสถานการณ์ การเลือกกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา การสรุปที่สมเหตุสมผล การปรับปรุงและอธิบายที่มาของคำตอบ และการตระหนักรู้ถึงวิธีการประยุกต์ใช้วิธีแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถหรือการแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ 1) ระบุ ตระหนักรู้ จัดระบบ เชื่อมโยง และแสดงแทนสิ่งที่เกี่ยวข้อง 2) สร้าง คิดเชิงนามธรรม ประเมิน สรุปความ แสดงเหตุผล อธิบาย และแก้ต่าง 3) ตีความ ตัดสินใจ วิจารณ์ โต้แย้ง และทำให้เหมาะสม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยมีการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มาประยุกต์ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เช่น แอปพลิเคชัน Kahoot!, Quizizz, Plicker, Power Point รวมถึงภาพและวิดิทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการเรียนในแต่ละชั่วโมง เป็นต้น เพื่อช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความเป็นลำดับขั้นตอน มองเห็นภาพที่ชัดเจน อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนตามทันเทคโนโลยีในปัจจุบันด้วยสอดแทรกเข้าไปในแต่ละขั้นของการสอน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน ครูทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและเร้าความสนใจ โดยใช้เกมง่าย ๆ อย่าง Kahoot!, Plicker

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ในคาบเวลาหรือช่วงเวลานั้น มีสื่อการสอน Power Point แสดงภาพหรือวิดิทัศน์ของเนื้อหา ตามความเหมาะสมและเนื้อหาในแต่ละชั่วโมง เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ครูผู้สอนลำดับขั้นตอนในการสอนได้ง่ายขึ้น

3. ขั้นสรุป เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาใหม่นั้นหรือไม่ ให้นักเรียนร่วมสรุปเป็นหลักการและสาระเนื้อหาเข้าสู่วิธีลัดด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ

4. ขั้นฝึกทักษะ ให้นักเรียนฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ จากแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือชิ้นงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ ให้นักเรียนทดสอบความรู้ที่ได้เรียนไป โดยการใช้เกมทดสอบ เช่น Kahoot!, Quizizz หรือ Plicker ตามความเหมาะสมและเนื้อหาในแต่ละชั่วโมง หรือเพิ่มความยากของแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัด ด้วยการใช้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรืออาจพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน

6 ขั้นการประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผล จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระสำคัญของเรื่องที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงเรียน ควรมีการให้นักเรียนออกมานำเสนอที่หน้าชั้นเรียน เป็นการตรวจสอบความเข้าใจและการสื่อสารสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย

การจัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยมีการนำสื่อการเรียนรู้ เช่น บัตรคำ ป้าย เกม เป็นต้น สอดแทรกเข้าไปในแต่ละขั้นของการสอน ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน โดยครูทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและเร้าความสนใจ ให้นักเรียนมีความพร้อมให้เนื้อหาที่จะเรียนต่อไปและแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้ร่วมกัน

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ในคาบเวลาหรือช่วงเวลานั้น โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาของแต่ละบทแต่ละตอน ด้วยการให้ประสบการณ์จากการใช้สื่อของจริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ครูใช้สื่อจำลองหรือภาพแทนของจริงที่สอนไปแล้วให้ได้

3. ขั้นสรุป ให้นักเรียนร่วมสรุป เป็นหลักการและสาระเนื้อหาเข้าสู่วิธีลัดด้วยตนเอง จนเกิดความรู้ความเข้าใจ เพื่อนำไปใช้ในโอกาสต่อไป

4. ขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนสรุปเป็นหลักการได้แล้วนักเรียน ก็ให้ฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ อาจจะใช้แบบฝึกทักษะ/แบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น กิจกรรมหรือชิ้นงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ ตลอดจนแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตจริง และทดลองปฏิบัติจากสถานการณ์จำลอง เช่น การแก้โจทย์ปัญหา

6. ขั้นการประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผล ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระสำคัญของเรื่องที่จัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพ หมายถึง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนหรือวิธีการสอน หรือนวัตกรรมที่จะต้องทำการทดลอง และหาประสิทธิภาพของสิ่งนั้น เพื่อทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นไปตามเกณฑ์ที่ระดับ 70/70 (E_1 / E_2)

70 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ร้อยละ 70 ของคะแนนกระบวนการที่ได้จากค่าเฉลี่ยของใบงานแบบสังเกตพฤติกรรม ระหว่างเรียนของนักเรียน

70 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ร้อยละ 70 ของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และครูผู้สอนสามารถนำไปพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

1.6.2 ครูผู้สอนสามารถนำไปเป็นแนวทาง ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามเนื้ออื่น ๆ เพื่อส่งเสริมผลการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.6.3 เป็นแนวทางในการหาวิธีการส่งเสริม และพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนและในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.4 ช่วยให้ผู้เกี่ยวข้อง และผู้สนใจศึกษา กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยพิจารณาลักษณะผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล

1.6.5 ผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถส่งเสริมให้ผู้สอน นำการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ช่วยผู้เรียนพัฒนา การเรียนรู้ในด้านสมรรถนะคณิตศาสตร์ และด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. สมรรถนะทางคณิตศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์
5. ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
6. แบบทดสอบ
7. การหาคุณภาพเครื่องมือ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
9. กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดสาระหลักจำเป็นสำหรับผู้เรียน คำอธิบายรายวิชา และมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1-5)

2.1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญ ต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วนช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนา

ทรัพยากรบุคคลให้มีคุณภาพ และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้จัดทำขึ้น โดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียน ที่มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และการร่วมมือ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพ เมื่อจบการศึกษาหรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้น สถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

2.1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น โดยผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญดังนี้

2.1.2.1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินลำดับและอนุกรมและการนำาความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.2 การวัดและเรขาคณิตเรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับ การวัด อัตราส่วน ตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.3 สถิติและความน่าจะเป็นเรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติการเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิตความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้นความน่าจะเป็น และนำไปใช้

2.1.4 คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1.4.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.5 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุหาม สมการกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.4.6 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.7 มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.8 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ

2.1.4.9 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.10 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนานรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.11 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.12 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.13 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมและนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.4.14 มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่องและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

2.1.4.15 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5 คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชา ค23102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เวลา 60 ชั่วโมง ศึกษา ฝึกทักษะ/กระบวนการในสาระต่อไปนี้

ศึกษาสาระความรู้ ฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

2.1.5.1 พื้นที่ผิวและปริมาตร ปริมาตรและพื้นที่ผิวของพีระมิด ปริมาตรและพื้นที่ผิวของกรวย ปริมาตรและพื้นที่ผิวของทรงกลม

2.1.5.2 ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

2.1.5.3 อัตราส่วนตรีโกณมิติ ความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติ อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมแหลม การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา

2.1.5.4 ความน่าจะเป็น โอกาสและเหตุการณ์ ความน่าจะเป็น

ฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ต่อไปนี้ 1) การแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2) การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย 3) การเชื่อมโยง เป็นการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาหรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง 4) การให้เหตุผล เป็นการให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ 5) การคิดสร้างสรรค์ เป็นการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

เพื่อให้นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้ 1) มีความเข้าใจหรือสร้างกรณีทั่วไปโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษาตัวอย่างหลาย ๆ กรณี 2) สามารถใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริง 3) มีความมานะในการทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4) สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล 5) ค้นหาลักษณะที่เกิดซ้ำ ๆ เพื่อประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงานหรือการทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้งสามด้าน ซึ่งงานหรือกิจกรรมดังกล่าวเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้การเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง มีวิธีหรือทางเลือกในการดำเนินงานหรือการแก้ปัญหามีหลากหลาย เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหามีลักษณะปลายเปิด งานหรือกิจกรรมที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การพูด การเขียน การวาดภาพ งานหรือกิจกรรมมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

การวัดผลและประเมินผลมีแนวทางที่สำคัญดังนี้ ใช้วิธีการที่หลากหลาย และเหมาะสม และใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ กระทำอย่างต่อเนื่อง เช่น เมื่อต้องการวัดผลประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียนอาจใช้การทดสอบ การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด การทำใบกิจกรรม หรือการทดสอบย่อย เมื่อต้องการตรวจสอบพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อาจใช้การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การสัมภาษณ์โดยใช้คำถามสอดคล้องกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่ระบุไว้ตามตัวชี้วัดซึ่งกำหนดไว้ ดังนี้

โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 6 รหัสวิชา ค 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
1	พื้นที่ผิวและปริมาตร	ค 2.1 ม.3/1 ม.3/2	12
2	ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ค 1.3 ม.3/3	15
3	อัตราส่วนตรีโกณมิติ	ค 2.2 ม.3/2 ม.3/3	15
4	ความน่าจะเป็น	ค 3.2 ม.3/1	8

จากตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คือ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 12 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 คือ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร จำนวน 15 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คือ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 15 ชั่วโมง และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 คือ เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 8 ชั่วโมง

2.1.6 ตัวชี้วัด

ค 1.3 ม.3/3

ค 2.1 ม.3/1 ม.3/2

ค 2.2 ม.3/2 ม.3/3

ค 3.2 ม.3/1

รวมทั้งหมด 6 ตัวชี้วัด

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ข้างต้นประกอบด้วยความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คำอธิบายรายวิชาและตัวชี้วัด โดยมีการปรับปรุงให้มีความทันสมัย คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นและนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีเวลาเรียน 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย ปริมาตรและพื้นที่ผิวของพีระมิด 4 ชั่วโมง ปริมาตรและพื้นที่ผิวของกรวย 4 ชั่วโมง และปริมาตรและพื้นที่ผิวของทรงกลม 4 ชั่วโมง มาใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ โดยสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้เป็นกรอบ และทิศทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพ ด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคม

2.2 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กลุ่มของความรู้(Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะ (Attributes) ที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งมีผลกระทบต่องานหลักของตำแหน่งงานหนึ่ง ๆ โดยกลุ่มความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะดังกล่าวสัมพันธ์กับผลงานของตำแหน่งงานนั้น ๆ และสามารถวัดผลเทียบกับมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ และเป็นสิ่งที่สามารถเสริมสร้างขึ้นได้ โดยผ่านการฝึกอบรมและการพัฒนา (Scott B. Parry, 1998, p. 10) รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้ และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุป และการตัดสินใจซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีความคิดสร้างสรรค์ มีการคิดไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมต่อสังคมส่วนรวม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย, 2563, น. 1) มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.2.1 ความหมายของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาและสถาบันการศึกษากล่าวถึงความหมายของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (2548, น. 6) สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ คือคุณลักษณะเชิงพฤติกรรม ที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะความสามารถและคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ทำให้บุคคลสร้างสรรค์ผลงานให้โดดเด่นในองค์กร สมรรถนะมีแนวคิดพื้นฐานมาจากความแตกต่างระหว่างบุคคลเช่นในเรื่องเชาวน์ปัญญาและ บุคลิกภาพที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมในองค์การ ซึ่งเป็นเรื่องที่นักจิตวิทยาองค์การได้ศึกษากันมาเป็น เวลานานแล้วกล่าวกันว่านี่เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาสมรรถนะ (Competency) ให้เป็นอีก ทางเลือกหนึ่งนอกเหนือไปจากการวัดเชาวน์ปัญญาในการศึกษาจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการคัดเลือก บุคลากร มักใช้คำว่า KSAO เป็นคำย่อที่แสดงคุณลักษณะของบุคคลที่เกี่ยวกับผลการปฏิบัติงาน โดย K หมายถึง Knowledge (ความรู้) S หมายถึง Skill (ทักษะ) A หมายถึง Ability (ความสามารถ) และ O หมายถึง Other characteristics

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564, น. 218-219) กล่าวว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถที่นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และสามารถจำแนกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 8 สมรรถนะ ดังนี้

1. การคิดเป็นคณิตศาสตร์ (Thinking Mathematically)

1.1 การตั้งคำถามในเชิงคณิตศาสตร์ และการรู้ลักษณะคำตอบของคณิตศาสตร์ซึ่งไม่จำเป็นต้องตอบคำถามได้หรือรู้คำตอบ

1.2 การเข้าใจ และการจัดการกับขอบข่าย และข้อจำกัดของมโนทัศน์ที่กำหนดให้

1.3 การขยายขอบข่ายมโนทัศน์หนึ่งโดยการทำให้สมบัติบางข้อของมโนทัศน์นั้นเป็นนามธรรม เช่น การวางนัยทั่วไปของผลลัพธ์เพื่อขยายขอบเขตของสิ่งนั้น

1.4 การแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อความคิดคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ข้อความเงื่อนไข ข้อความที่มีตัวบ่งปริมาณ สมมติฐาน คำนิยาม ทฤษฎี การคาดเดา

2. การตั้งปัญหา และการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ (Posing and Solving Mathematical Problems)

2.1 การกำหนดปัญหา การตั้งปัญหา และการระบุปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ ชนิดต่าง ๆ ทั้งในเชิงคณิตศาสตร์ หรือเชิงประยุกต์ ปัญหาปลายเปิดหรือปัญหาปลายปิด

2.2 การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ ในเชิงคณิตศาสตร์หรือเชิงประยุกต์ ปัญหาปลายเปิดหรือปัญหาปลายปิด ทั้งที่ตั้งโดยผู้อื่นหรือด้วยตนเอง

3. การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Modeling Mathematical) เช่น การวิเคราะห์และการสร้างตัวแบบ

3.1 การวิเคราะห์หลักการพื้นฐาน และสมบัติของตัวแบบที่มีอยู่ ได้แก่ การประเมินขอบเขต และความตรงของตัวแบบ

3.2 การถอดรหัสตัวแบบที่มีอยู่ เช่น การแปลความ และการตีความส่วนประกอบของตัวแบบ

3.3 การนำเสนอการสร้างตัวแบบที่สอดคล้องกับบริบทที่กำหนดให้ ได้แก่ โครงสร้างการคิดในเชิงคณิตศาสตร์ การทำงานกับตัวแบบในการแก้ปัญหา ความตรงของตัวแบบทั้งภายในและภายนอก การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ตัวแบบทั้งในตัวแบบเอง และกับตัวแบบอื่นที่เป็นไปไม่ได้ การสื่อสารเกี่ยวกับตัวแบบ และผลของตัวแบบ การ ตรวจสอบ และควบคุมกระบวนการทั้งหมดในการสร้างตัวแบบ

4. การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Reasoning Mathematically)

4.1 การติดตามและประเมินข้อโต้แย้งของผู้อื่น

4.2 การรู้ว่าสิ่งใดเป็นการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ สิ่งใดไม่เป็น และรู้ว่าเป็นการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ต่างจากการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ชนิดอื่น ๆ อย่างไร เช่น ยุทธวิธีที่ใช้

4.3 การเปิดเผยความคิดที่เป็นพื้นฐานในการโต้แย้งที่กำหนดให้ (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพิสูจน์) ได้แก่ การแยกแยะใจความสำคัญออกจากรายเอียด การแยกแยะความคิดออกจากหลักการ

4.4 การสร้างข้อโต้แย้ง เชิงคณิตศาสตร์ ที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ และแปลงยุทธวิธีการโต้แย้งไปสู่การพิสูจน์ที่สมเหตุสมผล เช่นการพิสูจน์ข้อความ

5. การแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุหรือสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ (Representing Mathematical Entities)

5.1 การเข้าใจ และการใช้ประโยชน์ ได้แก่ การถอดรหัส การตีความ และการแยกแยะความแตกต่างของการแสดงเครื่องหมายแทนวัตถุ ปรากฏการณ์ และ สถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ชนิดต่าง ๆ

5.2 การเข้าใจ และการใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงเครื่องหมายแทนชนิดต่าง ๆ ของวัตถุ และสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นสิ่งเดียวกัน ได้แก่ การรู้เกี่ยวกับจุดแข็งและข้อจำกัดของการแสดงเครื่องหมายแทนชนิดต่าง ๆ

6. การจัดการกับสัญลักษณ์ และแบบแผนทางคณิตศาสตร์ (Handling Mathematical Symbols and Formalisms)

6.1 การถอดรหัสและการตีความสัญลักษณ์ และแบบแผนของภาษาทางคณิตศาสตร์ และการเข้าใจความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ และแบบแผนของภาษาทางคณิตศาสตร์กับภาษาธรรมดา

6.2 การเข้าใจธรรมชาติ และกฎของระบบทางคณิตศาสตร์ที่เป็นแบบแผนทั้งโครงสร้างไวยากรณ์ และความหมาย

6.3 การแปลความจากภาษาธรรมคาเป็นภาษาสัญลักษณ์

6.4 การควบคุม และการจัดการกับข้อความ และคำบรรยายที่ ประกอบด้วยสัญลักษณ์ และสูตร

7. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารด้วยคณิตศาสตร์ และการสื่อสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Communication With and About Mathematics)

7.1 การเข้าใจข้อความที่ผู้อื่นเขียน พูด ในภาษาต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

7.2 การบรรยายเป็นคำพูดหรือรูปแบบของการเขียนได้อย่างถูกต้องตาม ทฤษฎีในระดับต่าง ๆ

8. การใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Making use of Aid and Tools) รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ

8.1 การรู้จักและรู้สมบัติของตัวช่วย และเครื่องมือต่าง ๆ ในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และรู้ความแตกต่าง และข้อจำกัดของตัวช่วย และเครื่องมือดังกล่าว

8.2 สามารถใช้ตัวช่วยและเครื่องมือดังกล่าวได้อย่างไตร่ตรอง

อัมพร ม้าคนอง (2554, น. 8) ได้เสนอความหมายของ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การจัดการและตอบสนองอย่างมีประสิทธิภาพต่อ ความต้องการใช้งานทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ที่มีความแตกต่างและหลากหลาย ต้องแต่การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานจนถึง การคิด

และหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้ทั้งความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Content) ที่เป็นความเข้าใจ มโนทัศน์ และความคิดทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Skill and Process of Mathematics) เช่น การแก้ปัญหา การใช้ภาษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การคำนวณ การเชื่อมโยงปัญหา การวิเคราะห์ การอ้างอิงไปใช้ และการหยั่งรู้

สมเกียรติ อินทสิงห์ (2558, น. 10) กล่าวว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการบูรณาการผสมผสานใช้ความรู้ ที่เป็นเนื้อหาสาระทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ ไปดำเนินการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งในบทเรียนคณิตศาสตร์ และในชีวิตประจำวันได้

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2565, น. 7–56) สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้แต่ละบุคคลทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1. สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate) คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาสถานการณ์และตัดสินใจ นำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ไขปัญหาผ่านการแปลงปัญหา จากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์กำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และใช้การแสดงแทน ให้เหมาะสมกับบริบทโลกชีวิตจริง รวมถึงสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นได้อย่าง สมเหตุสมผล สมรรถนะการคิดแปลงปัญหา

2. สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ) คือ ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการกระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคิด/แปลงปัญหามาแล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแสดงการคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์ จากตารางและกราฟ การจัดการกับรูปร่างและรูปทรง และการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการสร้างแบบจำลองของ สถานการณ์ปัญหา สร้างกฎเกณฑ์ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์

3. สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret & Evaluate) คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุป แล้วตีความภายใต้บริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปล ความหมายผลลัพธ์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ย้อนกลับเข้าไปในบริบทของปัญหา และประเมินว่า ผลลัพธ์เหล่านั้นสมเหตุสมผลกับบริบทนั้น ๆ หรือไม่ สมรรถะการตีความและประเมิน

4. สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) คือ ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อว่าเป็นไปได้อย่างตรงไปตรงมาด้วยคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีกรอบแนวคิด ที่ชัดเจน แต่ก็สามารถวิเคราะห์และแปลความได้หลากหลาย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นในการลงข้อสรุปที่แน่ชัดและเป็นจริงอยู่เสมอ นอกจากนี้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ว่าในบริบทโลกชีวิตจริง ที่มีความหลากหลาย ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อถือได้จะต้องเกิดจากการให้เหตุผล และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และสิ่งที่สำคัญที่สุด คือการลงข้อสรุปนั้นจะต้องทำอย่างเป็นกลาง แม้จะไม่มีการตรวจสอบจากผู้อื่นก็ตาม

สรุปได้ว่า ผู้วิจัยได้ศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์จึงขอสรุปสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 สมรรถนะโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1) การคิด/แปลงปัญหา หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาสถานการณ์และตัดสินใจ นำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ไขปัญหาผ่านการแปลงปัญหา จากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และใช้การแสดงแทน ให้เหมาะสมกับบริบทโลกชีวิตจริง รวมถึงสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นได้อย่างสมเหตุสมผล 2) การใช้คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคิดแปลงปัญหามาแล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแสดงการคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์ จากตารางและกราฟ การจัดการกับรูปร่างและรูปทรง และการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการสร้างแบบจำลองของ สถานการณ์ปัญหา สร้างกฎเกณฑ์ ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้ง ทางคณิตศาสตร์ 3) การตีความและประเมิน หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปแล้วตีความภายใต้บริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปล ความหมายผลลัพธ์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับเข้าไปในบริบทของปัญหา และประเมินว่า ผลลัพธ์เหล่านั้นสมเหตุสมผลกับบริบทนั้น ๆ หรือไม่ และ 4) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อว่าเป็นไปได้อย่างตรงไปตรงมาด้วยคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีกรอบแนวคิด ที่ชัดเจน แต่ก็สามารถวิเคราะห์และแปลความได้หลากหลาย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญ เพิ่มมากขึ้นในการลงข้อสรุปที่แน่ชัดและเป็นจริงอยู่เสมอ นอกจากนี้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ว่าในบริบทโลกชีวิตจริง ที่มีความหลากหลาย

ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อถือได้จะต้องเกิดจากการให้เหตุผล และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม

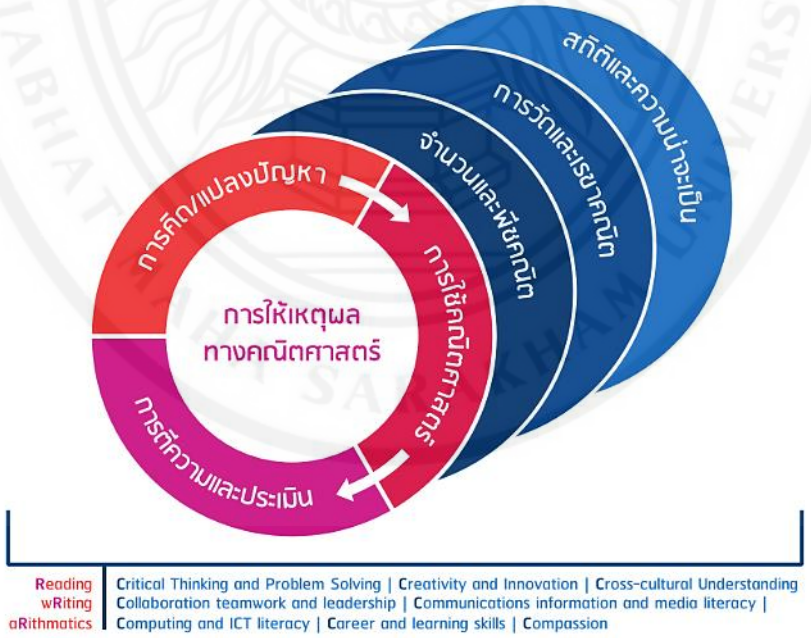
2.2.2 องค์ประกอบของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงองค์ประกอบของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564, น. 6-7) กล่าวว่าการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่ท้าทายหรือปัญหาที่พบเจอในโลกชีวิตจริง เราจะต้องอาศัยการนำเอาความรู้ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ผนวกเข้ากับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1. การคิด/แปลงปัญหา (Formulate)
2. การใช้คณิตศาสตร์ (Employ)
3. การตีความและประเมิน (Interpret)
4. การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning)

นอกเหนือจากสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะต้องใช้องค์ความรู้ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น รวมถึงทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่จะเป็นพื้นฐานสำคัญที่เมื่อผู้เรียนได้ฝึกฝนจนมีความชำนาญแล้วจะมีสมรรถนะ ในด้านต่าง ๆ ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนหรือไม่เคยเผชิญหน้ามาก่อนในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.1 สมรรถนะและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทหนึ่ง ๆ

สรุปได้ว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) การคิด/แปลงปัญหา (Formulate) 2) การใช้คณิตศาสตร์ (Employ) 3) การตีความและประเมิน (Interpret) 4) การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) นอกเหนือจากสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านแล้ว จะต้องใช้องค์ความรู้ด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น รวมถึงทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่จะเป็นพื้นฐานสำคัญที่เมื่อผู้เรียนได้ฝึกฝนจนมีความชำนาญ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงจะสำเร็จได้

2.2.3 ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564, น. 7-9) แบ่งระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนออกเป็น 6 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ระดับ	ที่ระดับนี้ นักเรียน
6	1) สามารถสร้างกรอบความคิด สร้างข้อสรุปและสาระบนฐานของข้อมูลการสำรวจตรวจสอบและการสร้างตัวแบบของสถานการณ์ที่ซับซ้อนของปัญหา 2) สามารถใช้ความรู้ในบริบทที่ไม่เคยชินและไม่เป็นไปตามแผนที่มีมาก่อน 3) สามารถเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลและสัญลักษณ์ต่าง ๆ อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงและปรับใช้อย่างคล่องแคล่ว 4) สามารถในการคิดและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 5) สามารถในความสัมพันธ์ของตัวแปร มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของการใช้สัญลักษณ์ การดำเนินการ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาสร้างวิธีการและกลยุทธ์ใหม่สำหรับการแก้ปัญหาในวิธีใหม่ 6) สามารถสะท้อนความเห็น การกระทำ และสามารถสื่อสารความเห็นและการกระทำที่ตนค้นพบ ตีความ และโต้แย้งได้ชัดเจน แม่นยำ อีกทั้งยังสามารถอธิบายถึงสาเหตุที่ได้ใช้การกระทำนั้น ๆ มาตั้งแต่ต้น

(ต่อ)

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ระดับ	ที่ระดับนี้ นักเรียน
5	1) สามารถสร้างและใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) สำหรับปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน สามารถระบุข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ 2) สามารถเลือก เปรียบเทียบ และประเมินถึงกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนที่เชื่องโยงกับตัวแบบ 3) สามารถใช้ทักษะการคิดและทักษะการให้เหตุผล สามารถเชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่างๆ สัญลักษณ์ และลักษณะของโจทย์คณิตศาสตร์ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้าที่เป็นส่วนของสถานการณ์ 4) สามารถคิดวิเคราะห์การทำงานของตน สามารถสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และสามารถสื่อสาร การแปลความ ตีความ และการใช้เหตุผลของตนให้เป็นที่เข้าใจได้
4	1) สามารถทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบชัดเจน แต่อยู่ในสถานการณ์ค่อนข้างซับซ้อนและอาจมีข้อจำกัดเข้ามาเกี่ยวข้อง หรือต้องมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นบ้าง 2) นักเรียนสามารถเลือกการนำเสนอแบบต่าง ๆ หลายแบบรวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์หรือใช้ผสมกันได้ โดยนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในโลกจริง 3) สามารถใช้ทักษะทางคณิศาสตร์ที่มีอยู่จำกัด และสามารถใช้เหตุผลได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรในสถานการณ์ตรง ๆ ที่ไม่ซับซ้อน 4) สามารถสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งและสามารถสื่อสารสิ่งที่สร้างขึ้นให้เป็นที่เข้าใจได้โดยสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแปลความ การโต้แย้ง และการกระทำของตน
3	1) สามารถทำโจทย์ตามตัวอย่างหรือวิธีการที่บอกไว้ชัดเจน รวมทั้งโจทย์ที่ต้องเลือกลำดับขั้นตอนด้วย 2) สามารถเลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา 3) สามารถตีความ แปลความ และใช้สถานการณ์ที่มีที่มาจากหลายแหล่ง รวมทั้งสามารถใช้ความเป็นเหตุเป็นผลของแหล่งที่มานั้น ๆ ได้ 4) สามารถสร้างคำอธิบาย รายงานการตีความ และแปลความนั้น และสามารถสื่อสารผลที่เกิดขึ้นได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ระดับ	ที่ระดับนี้ นักเรียน
2	1) สามารถตีความ แปลความ และรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อนที่ต้องการตัวอ้างอิงไม่เกิน 2 ตัว 2) สามารถสกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลแหล่งเดียวและสามารถใช้สถานการณ์ที่นำเสนอง่าย ๆ เพียงขั้นเดียว 3) นักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้วิธีการคิดสูตรคณิตศาสตร์ สามารถคิดวิธีการ หรือข้อตกลงเบื้องต้น 4) สามารถใช้ความเป็นเหตุเป็นผลแบบตรง ๆ และตีความผลที่พบอย่างตรงไปตรงมา
1	1) สามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่เคยพบมาก่อนหรือที่คุ้นเคย และมีข้อมูลชัดเจนให้และคำถามที่ถามตรง ๆ อย่างชัดเจน 2) สามารถระบุสาระที่ต้องการ และสามารถทำโจทย์แบบที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน 3) สามารถทำโจทย์ตามตัวอย่างที่กำหนดให้ได้

จากตารางที่ 2.2 ระดับความสามารถ 1-2 จะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ใช้การแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่คุ้นเคย ไม่ซับซ้อน และเป็นการให้เหตุผลแบบตรงไปตรงมา ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ในระดับความสามารถ 3-4 จะมีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ต้องใช้วิธีการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น จึงเหมาะกับการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ซึ่งเมื่อผู้เรียนสำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นการศึกษาภาคบังคับตามระบบการศึกษาของประเทศไทยแล้ว ควรมีระดับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ในระดับ 3-4 เป็นพื้นฐาน

สรุป ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 6 ระดับ โดยระดับความสามารถ 1-2 จะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ใช้การแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่คุ้นเคย ไม่ซับซ้อน และเป็นการให้เหตุผลแบบตรงไปตรงมา ในระดับความสามารถ 3-4 จะมีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่ต้องใช้วิธีการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น และในระดับที่ 5-6 นักเรียนจะต้องสามารถเชื่อมโยง สร้างและใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) สำหรับปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้

2.2.4 สมรรถนะ

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงสมรรถนะ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564, น. 12-45) ได้รวบรวมคำอธิบายกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับแต่ละสมรรถนะ พร้อมทั้งตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ให้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้และบริบทห้องเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

2.2.4.1 สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F) คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาสถานการณ์และตัดสินใจนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ไขปัญหาผ่านการแปลงปัญหาจากสถานกรณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และใช้การแสดงแทนให้เหมาะสมกับบริบทโลกชีวิตจริง รวมถึงสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นได้อย่างสมเหตุสมผล สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)

สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)	
F1	เลือกการอธิบายหรือการแสดงแทนเชิงคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายปัญหา
F2	ระบุตัวแปรหลักที่ใช้ในแบบจำลอง
F3	เลือกการแสดงแทนที่เหมาะสมกัลป์บริบทของปัญหา
F4	อ่าน แปลความหมาย และทำความเข้าใจข้อคงาม คำถาม กิจกรรม สิ่งของ หรือ รูปภาพ เพื่อสร้างการณ์นั้น
F5	รู้ถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (รวมถึง กฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ และแบบรูป) ของปัญหาหรือสถานการณ์
F6	ระบุและอธิบายประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ในโลกจริงรวมถึงการระบุตัวแปรที่สำคัญ
F7	จัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้
F8	รู้ถึงประเด็นต่าง ๆ ของปัญหาซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่เคยพบมาก่อน หรือหลักการข้อเท็จจริง รวมทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์
F9	แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานหรือในรูปอัลกอริทึม

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)	
F10	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (ตัวแปร สัญลักษณ์ หรือแผนภาพ) ที่เหมาะสม เพื่ออธิบายโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และ/หรือ ความสัมพันธ์ของปัญหานั้น
F11	ประยุกต์ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และเครื่องมือเชิงคำนวณเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์
F12	ระบุเงื่อนไข ข้อตกลงเบื้องต้น และการทำให้สถานการณ์อยู่ในรูปอย่างง่ายในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (F)

ครูกำหนดสถานการณ์ ให้มีบันไดยาว 25 ฟุต วางอยู่ระหว่างตึกสองหลัง นำบันไดพาดที่ขอบด้านล่างของหน้าต่างของตึกหลังหนึ่ง โดยที่ขอบหน้าต่างของตึกนั้นอยู่สูงจากพื้น 24 ฟุต เมื่อพลิกบันไดไปอีกด้านหนึ่ง (โดยที่ฐานของบันไดไม่ขยับ) บันไดจะพาดขอบด้านล่างของหน้าต่างของตึกอีกหลังซึ่งอยู่สูงจากพื้น 20 ฟุต พอดีตึกสองหลังนี้ห่างกันเท่าไร

หมายเหตุ: กิจกรรมการเรียนรู้ไม่ได้เรียงลำดับตามกระบวนการในสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา โดยจะเขียนแสดงลำดับด้วยคำว่า [ขั้นที่ X] ด้านหน้าแต่ละขั้นตอน

F1	เลือกการอธิบายหรือการแสดงแทนเชิงคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายปัญหา
	[ขั้นที่ 1] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนมีแนวคิดในการหาคำตอบอย่างไร แนวคำตอบ: ใช้การวาดภาพ / สร้างแบบจำลองของสถานการณ์ / คำตอบอื่น ๆ
F2	ระบุตัวแปรหลักที่ใช้ในแบบจำลอง
	[ขั้นที่ 5] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า จากภาพที่นักเรียนวาดขึ้น สิ่งใดที่อยู่ในภาพที่นักเรียนต้องสนใจเพื่อหาคำตอบ แนวคำตอบ: ระยะห่างระหว่างฐานของตึกสองตึก
F3	เลือกการแสดงแทนที่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา
	[ขั้นที่ 2] ครูชักชวนนักเรียนร่วมกันอภิปรายในห้องเรียนว่าแนวคิดใดจากที่นักเรียนเสนอทั้งหมด เหมาะสมที่สุด แนวคำตอบ: ใช้การวาดภาพ / สร้างแบบจำลองสถานการณ์ / คำตอบอื่น ๆ เพราะ (เหตุผลสนับสนุนคำตอบ)

(ต่อ)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

F4	อ่าน แปลความหมาย และทำความเข้าใจข้อความ คำถาม กิจกรรม สิ่งของ หรือ รูปภาพ เพื่อสร้างแบบจำลองของสถานการณ์นั้น
	[ขั้นที่ 6] ครูบอกให้นักเรียนระบุข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในภาพ
F5	รู้ถึงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (รวมถึง กฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ และแบบรูป) ของปัญหาหรือสถานการณ์
	[ขั้นที่ 9] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้างมาใช้ในการหาคำตอบ แนวคำตอบ: ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
F6	ระบุและอธิบายประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริงรวมถึงการระบุตัวแปรที่สำคัญ
	[ขั้นที่ 7] ครูชักชวนนักเรียนอภิปรายในห้องเรียนว่า นักเรียนมีแนวคิดอย่างไรในการหาระยะห่างระหว่างฐานของตึกสองตึกที่อยู่ในแผนภาพ แนวคำตอบ: เมื่อวางบันไดพาดที่ขอบหน้าต่างของแต่ละตึก จะเกิดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 2 รูป โดยที่ระยะห่างระหว่างฐานของทั้งสองตึก สามารถหาได้จากผลรวมของความยาวฐานของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากทั้งสองรูป ดังนั้นตัวแปรที่ต้องการหาค่า คือ ความยาวฐานของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากทั้งสองรูป
F7	จัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ได้
	[ขั้นที่ 8] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาค่าของตัวแปรที่ยังไม่ทราบค่าได้ให้อธิบายเป็นขั้นตอน แนวคำตอบ: จะต้องหาความยาวฐานของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปก่อน แล้วจึงนำความยาวฐานของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากมาบวกกัน จะได้เป็นระยะห่างระหว่างทั้งสองตึก
F8	รู้ถึงประเด็นต่าง ๆ ของปัญหาซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่เคยพบมาก่อน หรือหลักการข้อเท็จจริง รวมทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์
	[ขั้นที่ 10] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนจำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลใดบ้าง จึงจะสามารถหาความยาวฐานของสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แนวคำตอบ: จะต้องใช้ข้อมูลความยาวด้านของสามเหลี่ยมอีก 2 ด้าน เพื่อหาความยาวฐานของสามเหลี่ยมมุมฉาก

(ต่อ)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

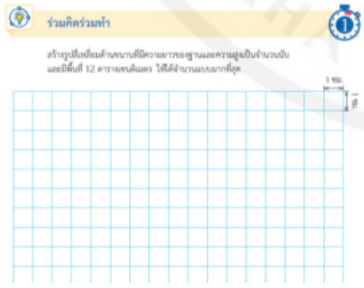
F9	แปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานหรือในรูปอัลกอริทึม
	[ขั้นที่ 12] นักเรียนแทนค่าข้อมูลที่ได้จากโจทย์ลงในสมการจากทฤษฎีบทพีทาโกรัส
F10	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (ตัวแปร สัญลักษณ์ หรือแผนภาพ) ที่เหมาะสม เพื่ออธิบายโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และ/หรือ ความสัมพันธ์ของปัญหานั้น
	[ขั้นที่ 3] ครูชักชวนให้นักเรียนใช้การวาดภาพในการหาคำตอบ โดยนำเสนอเหตุผลเพิ่มเติมว่าการวาดภาพเหมาะสมกับการหาคำตอบของคำถามนี้ในห้องเรียนกว่าวิธีการอื่น ๆ จากนั้นครูให้นักเรียนวาดภาพของสถานการณ์ปัญหา
F11	ประยุกต์ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และเครื่องมือเชิงคำนวณเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์
	[ขั้นที่ 11] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า ทฤษฎีบทพีทาโกรัสมีหลักการอย่างไร ให้นักเรียนอธิบายโดยการเขียนสมการ แนวคำตอบ: $a^2 + b^2 = c^2$ โดยที่ a และ b คือ ด้านประชิดมุมฉาก และ c คือ ด้านตรงข้ามมุมฉาก
F12	ระบุเงื่อนไข ข้อตกลงเบื้องต้น และการทำให้สถานการณ์อยู่ในรูปอย่างง่ายในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
	[ขั้นที่ 4] ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่าในภาพที่นักเรียนวาดขึ้นมีสิ่งใดบ้างที่เป็นเงื่อนไขสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง เพื่อทำให้สถานการณ์อยู่ในรูปอย่างง่าย แนวคำตอบ: ฐานของบันไดต้องอยู่กับที่ และตึกมีผนังตรงและตั้งเป็นมุมฉากกับพื้น (ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าว จะไม่สามารถใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาคำตอบได้)

2.2.4.2 สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) คือ ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคิด/แปลงปัญหามาแล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแสดงการคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางและกราฟ การจัดการกับรูปร่างและรูปทรง และการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัญหา สร้างกฎเกณฑ์ ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E)

การใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E)	
E1	คำนวณอย่างง่ายได้
E2	เลือกยุทธวิธี เช่น แผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมจากสถานการณ์ที่กำหนด
E3	ใช้ยุทธวิธีที่กำหนดให้เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหา
E4	สร้างแผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ หรือ computing artifacts ได้
E5	เข้าใจและใช้แนวคิดบนพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์ (บทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน) รวมถึงใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา
E6	พัฒนาแผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น หรือ computing artifacts และ การเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์ไปใช้
E7	จัดกระทำจำนวน ข้อมูลและสารสนเทศเชิงกราฟและสถิติ นิพจน์พีชคณิตและสมการพีชคณิต และการแสดงแทนทางเรขาคณิตอย่างง่าย
E8	บอกวิธีการแก้ปัญหา การแสดง และ/หรือ สรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน
E9	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเทคโนโลยี การจำลอง (simulation) และการคิดเชิงคำนวณ เพื่อหาวิธีการที่ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือผลลัพธ์โดยประมาณ
E10	จากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนด สามารถเชื่อมโยง และใช้การแสดงแทนที่หลากหลายได้อย่างสมเหตุสมผล
E11	ใช้วิธีอื่น ๆ ในการแสดงแทนกระบวนการแก้ปัญหาเดียวกันได้
E12	ใช้กระบวนการที่มีหลายขั้นตอนเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา คำตอบ หรือข้อสรุปทั่วไปได้
E13	ใช้ความเข้าใจในบริบทเพื่อเป็นแนวทาง หรือกระตุ้นให้เกิดกระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
E14	นำผลลัพธ์ที่เกิดจากการประยุกต์ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อสร้างข้อสรุปทั่วไปได้

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (E)

E1	คำนวณอย่างง่ายได้
	 ถ้าต้องการเรียงหมอนขวาน 8 ชั้น จะต้องใช้หมอนขวานกี่ใบ : เมื่อนักเรียนเข้าใจรูปแบบของการวางหมอนขวาน ซึ่งแต่ละชั้นที่เพิ่มขึ้นจะมีหมอนมากกว่าชั้นก่อนหน้าอยู่ 2 ใบ นักเรียนสามารถใช้การคำนวณอย่างง่ายในการหาจำนวนหมอนที่ต้องใช้เรียงถึงชั้นที่ 8 ได้
E2	เลือกยุทธวิธี เช่น แผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมจากสถานการณ์ที่กำหนด
	 ถ้าทางร้านมีหมอนขวาน 100 ใบ จะเรียงได้ทั้งหมดกี่ชั้น และชั้นล่างสุดมีกี่ใบ : หลังจากที่นักเรียนเข้าใจรูปแบบของการวางหมอนขวาน เมื่อมีจำนวนหมอนขวานมากขึ้น การคำนวณทีละชั้นจนกว่าจะใช้หมอนขวานครบ 100 ใบ อาจจะใช้เวลานาน นักเรียนจึงต้องเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมกับสถานการณ์มาใช้
E3	ใช้ยุทธวิธีที่กำหนดให้เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหา
	บริษัทแห่งหนึ่งต้องการซื้อบัตรอวยพรและซองเพื่อส่งให้ลูกค้าวันปีใหม่ ถ้าร้านค้าขายบัตรอวยพรแพ็คละ 12 ใบ และซองแพ็คละ 50 ซอง และเมื่อบริษัทส่งบัตรอวยพรพร้อมซองที่ซื้อมาให้กับลูกค้าจะหมดพอดี บริษัทจะส่งบัตรอวยพรให้ลูกค้าได้น้อยที่สุดกี่คน : โดยโจทย์ปัญหานี้กำหนดให้ใช้ ห.ร.ม หรือ ค.ร.น เมื่อนักเรียนศึกษาโจทย์แล้วพบว่าข้อนี้ต้องใช้ ค.ร.น เพื่อหาจำนวนบัตรอวยพรและซองให้ได้จำนวนเท่ากัน โดยมีจำนวนชุดน้อยที่สุด
E4	สร้างแผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ หรือ computing artifacts ได้
	 ให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีความยาวของฐานและความสูงเป็นจำนวนนับ และมีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร ให้ได้จำนวนแบบมากที่สุด : นักเรียนจะได้ฝึกสร้างแผนภาพโดยการสร้างรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ตามพื้นที่ที่กำหนดให้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

E5	เข้าใจและใช้แนวคิดบนพื้นฐานและหลักการทางคณิตศาสตร์ (บทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน) รวมถึงใช้อัลกอริทึมที่คุ้นเคยเพื่อแก้ปัญหา
	 จงหาว่า ถ้ามีรูปห้าเหลี่ยมซ้อนกันทั้งหมด n ชั้น ในลักษณะเดียวกับรูปข้างต้น จะมีรูปห้าเหลี่ยมที่แรเงาทั้งหมดกี่รูป : นักเรียนจะได้ฝึกการคิดแบบเป็นลำดับจากตัวอย่างซึ่งมี 5 ชั้น และลองคำนวณในจำนวนชั้นที่แตกต่างกันโดยใช้แนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์ จนเริ่มเข้าใจและสามารถแก้ปัญหารูปแบบที่เป็น n ชั้นได้
E6	พัฒนาแผนภาพ กราฟ หรือสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น หรือ computing artifacts และ การเลือกข้อมูลทางคณิตศาสตร์ไปใช้
	กำหนดผลการสำรวจปริมาณน้ำตาล (กรัม) ในเครื่องดื่มชาเขียว 10 ชนิดและแสดงผลในรูปแบบแผนภาพจุด : โจทย์ปัญหาให้นักเรียนเขียนแผนภาพต้น – ใบ และฮิสโทแกรม โดยนักเรียนจะได้พัฒนาแผนภาพจากข้อมูลที่กำหนดให้ในรูปแบบแผนภาพจุด รวมถึงสามารถอภิปรายได้เกี่ยวกับความเหมาะสมของแผนภาพที่ได้เขียน
E7	จัดกระทำจำนวน ข้อมูลและสารสนเทศเชิงกราฟและสถิติ นิพจน์พีชคณิตและสมการพีชคณิต และการแสดงแทนทางเรขาคณิตอย่างง่าย
	 น้องต้าพลัดหลงกับคุณแม่ในสวนสนุก หากใครพบเห็นน้องต้าให้ช่วยพากลับมาหาคุณแม่ที่วงเวียนน้ำพุของสวนสนุก โดยกำหนดแผนผังเส้นทาง และระบุมาตราส่วนกำกับไว้ด้วย หากนักเรียนเป็นผู้พบน้องต้าจะพาไปพบคุณแม่ด้วยเส้นทางใดจึงจะใกล้ที่สุด และมีระยะทางประมาณกี่กิโลเมตร : นักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการคำนวณหาระยะทางของเส้นทางที่ขาดไป โดยใช้การจัดกระทำหรือการจัดการข้อมูลระยะทาง มาตราส่วน และรูปภาพที่กำหนดให้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

E8	บอกวิธีการแก้ปัญหา การแสดง และ/หรือ สรุปและนำเสนอผลลัพธ์ตามลำดับขั้นตอน
	 : นอกจากนักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสแล้ว นักเรียนยังจะต้องแสดงวิธีการคำนวณของระยะทาง รวมถึงการนำเสนอผลลัพธ์เป็นลำดับขั้นตอนว่าเส้นทางใดมีระยะทางใกล้ที่สุด และมีระยะกี่กิโลเมตร เนื่องจากโจทย์มีหลายเส้นทางให้เลือก และต้องแสดงการคำนวณเพื่อนำมาเปรียบเทียบระยะทางกัน
E9	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเทคโนโลยีการจำลอง (simulation) และการคิดเชิงคำนวณ เพื่อหาวิธีการที่ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือผลลัพธ์โดยประมาณ
	 จงหาว่า ถ้ามีรูปห้าเหลี่ยมซ้อนกันทั้งหมด 2,019 ชั้น ในลักษณะเดียวกับรูปข้างต้น จะมีรูปห้าเหลี่ยมที่แรเงาทั้งหมดกี่รูป : นักเรียนจะต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการคิดเชิงคำนวณ เพื่อหาผลลัพธ์ (ใช้รูปแบบที่ n ชั้นจาก E5) หรืออาจใช้การคำนวณในคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel
E10	จากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนด สามารถเชื่อมโยง และใช้การแสดงแทนที่หลากหลายได้อย่างสมเหตุสมผล
	ช่วงปิดภาคเรียน ครอบครัวข้าวปั้นและข้าวหอมไปเที่ยวสวนสัตว์เปิดแห่งหนึ่ง ข้าวปั้นเห็นยีราฟและนกกระจอกเทศเลี้ยงอยู่ด้วยกันที่ลานดินหน้าสวนสัตว์ จึงอยากเล่นเกมทายจำนวนยีราฟและนกกระจอกเทศกับข้าวหอม โดยให้คำใบ้ว่า “ถ้าลานดินข้างหน้ามียีราฟและนกกระจอกเทศรวมกัน 35 ตัว แต่นับขารวมกันจะได้ 90 ขา” ข้าวหอมจะมีวิธีคิดแบบใดได้บ้าง : นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงจากข้อมูลที่กำหนดให้ โดยยีราฟมี 4 ขา ส่วนนกกระจอกเทศมี 2 ขา และใช้การแสดงแทนด้วยการวาดรูปสัตว์ทั้งหมด 35 ตัว และใส่ขาอย่างน้อย 2 ขา หลังจากนั้นให้เติมขาสัตว์ให้ครบ 4 ขาทีละตัว จนขาครบ 90 ขา ก็จะสามารถบอกได้ว่ามียีราฟและนกกระจอกเทศอย่างละกี่ตัว

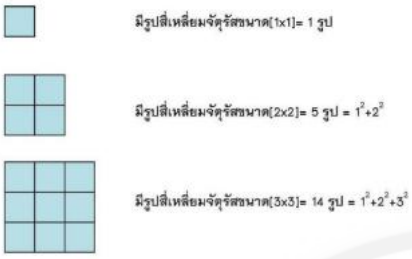
(ต่อ)

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

E11	ใช้วิธีอื่น ๆ ในการแสดงแทนกระบวนการแก้ปัญหาเดียวกันได้
	(โจทย์ปัญหาเดียวกับ E10) : นอกจากการวาดรูปแสดงแทนแล้ว นักเรียนอาจใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยกำหนดให้สัตว์ชนิดหนึ่งเป็น x ส่วนอีกชนิดเป็น 35-x หรือใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยกำหนดให้ยีราฟเป็น x และนกกระจอกเทศเป็น y ก็สามารถหาคำตอบได้เช่นเดียวกัน
E12	ใช้กระบวนการที่มีหลายขั้นตอนเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา คำตอบ หรือข้อสรุปทั่วไปได้
	เค้กชิ้นหนึ่งตัดแบ่งออกมาจากเค้กวงกลมที่มีรัศมี 10.5 เซนติเมตร ทำให้เกิดมุมที่จุดศูนย์กลางขนาด 60 องศา เค้กหนา 5 เซนติเมตร จงหาว่าเค้กชิ้นที่ตัดแบ่งออกมามีปริมาตรเท่าใด : นักเรียนจะต้องหาปริมาตรของเค้กทั้งก้อนโดยใช้ความรู้การหาพื้นที่ของทรงกระบอก หลังจากนั้นนักเรียนจะต้องศึกษาว่าเค้กที่ถูกตัดออกมา มีปริมาตรเป็นสัดส่วนเท่าไหร่จากเค้กทั้งก้อน โดยใช้ความรู้เรื่องมุมว่ามุมรอบจุดมีขนาด 360 องศา ดังนั้นเค้กที่ตัดออกมาขนาด 60 องศา คือ 1 ใน 6 สุดท้ายจึงนำปริมาตรของเค้กทั้งก้อนหารด้วย 6 จึงจะได้ปริมาตรของเค้กชิ้นที่ถูกตัดออกมา
E13	ใช้ความเข้าใจในบริบทเพื่อเป็นแนวทาง หรือกระตุ้นให้เกิดกระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
	มีลูกบอล 3 สี สีละ 2 ลูก ให้ลูกค้าสุ่มหยิบโดยกำหนด 2 เหตุการณ์ที่ได้รับรางวัล เหตุการณ์ A รางวัลที่ 1 (0 < ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ A < 0.1) เหตุการณ์ B รางวัลที่ 2 (0.4 <= ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ B <= 0.5) ให้นักเรียนออกแบบกติกาสำหรับร้านดังกล่าว (ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม) : นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจในบริบทของเหตุการณ์ก่อน โดยผ่านการวาดแผนภาพแสดงแทน ทดลองสุ่มหยิบลูกบอล หรือวิธีอื่น ๆ เพื่อให้เข้าใจรูปแบบของสถานการณ์ ก่อนนำไปประกอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
E14	นำผลลัพธ์ที่เกิดจากการประยุกต์ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อสร้างข้อสรุปทั่วไปได้

(ต่อ)

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

	ให้นักเรียนพิจารณารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เกิดขึ้นของโจทย์ปัญหา หลังจากนั้นพิจารณารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น 4x4 10x10 : นักเรียนจะได้ใช้ผลลัพธ์จากการศึกษารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1x1 2x2 และ 3x3 จนเข้าใจรูปแบบ และนำรูปแบบนั้นมาทดลองกับสี่เหลี่ยมที่ใหญ่ขึ้นจนมั่นใจว่ารูปแบบมีความถูกต้อง นักเรียนก็จะสามารถสร้างข้อสรุปทั่วไปในการอธิบายจำนวนสี่เหลี่ยมจัตุรัสจากโจทย์ปัญหาได้

2.2.4.3 สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I) คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุป แล้วตีความภายใต้บริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปลความหมายผลลัพธ์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับเข้าไปในบริบทของปัญหา และประเมินว่าผลลัพธ์เหล่านั้นสมเหตุสมผลกับบริบทนั้น ๆ หรือไม่ สมรรถะการตีความและประเมิน ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I)

การตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I)	
I1	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง
I2	ระบุได้ว่าผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหาหรือไม่
I3	ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
I4	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์เพื่อทำให้แน่ใจว่าวิธีการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ข้อจำกัด และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหาและบริบทของปัญหานั้นสมเหตุสมผล
I5	ตีความ ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา การแสดงแทน ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่หลากหลายเพื่อเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือการใช้งาน เช่น การเปรียบเทียบหรือประเมินการแสดงแทนอย่างน้อย 2 รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

(ต่อ)

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

การตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I)	
I6	ใช้ความรู้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และการคำนวณตามขั้นตอนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อที่จะตัดสินใจได้ว่าควรปรับปรุงหรืออนำผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ได้
I7	สร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา
I8	อธิบาย หรือตีความ หรือแสดง ขอบเขต ข้อจำกัดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
I9	เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทน เพื่อช่วยในการตีความและการประเมินความเป็นไปได้และข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการตีความและประเมิน (I)

I1	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง

สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา)



จากแผนภาพแสดงจำนวนไอศกรีมที่ร้านค้าขายได้ใน 5 วันตั้งแต่วันที่ 10 ก.ค. – 14 ก.ค. โดยกำหนดให้  แทนไอศกรีม 10 แท่ง

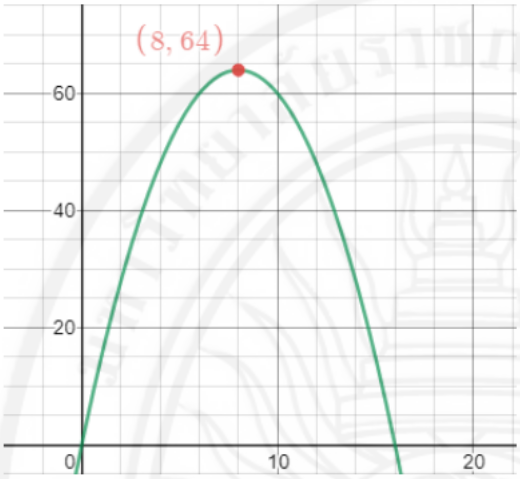
คำถาม รูป  นี้แสดงจำนวนไอศกรีมกี่แท่ง

คำตอบ 5 แท่ง

เหตุผล เพราะว่าไอศกรีม 1 รูปแทนจำนวนไอศกรีม 10 แท่ง ดังนั้นไอศกรีม ครึ่งแท่ง จะต้องแทนจำนวนไอศกรีมเพียงครึ่งเดียวคือ 10/2 = 5 แท่ง นั่นคือ เราตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง

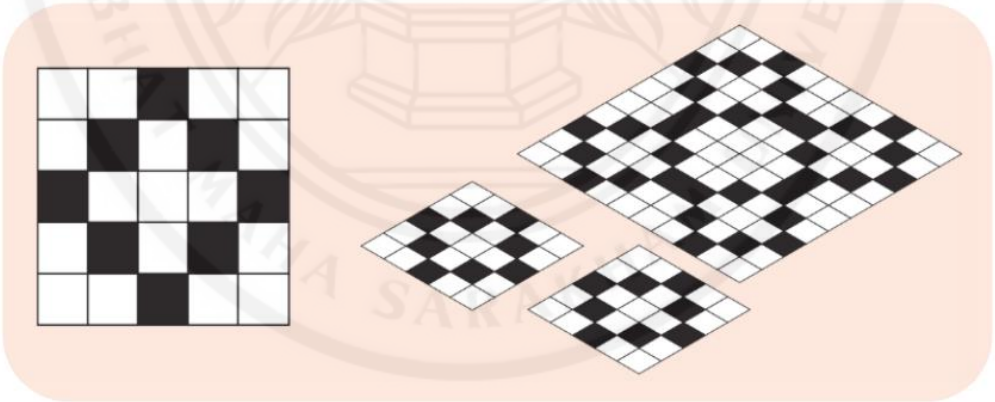
(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) การยิงบั้งไฟแต่ละครั้งจะมีความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ผ่านไป t ในหน่วยวินาทีและความสูงของบั้งไฟอยู่เหนือพื้นดิน s ในหน่วยเมตร ซึ่งแสดงได้ด้วยสมการของพาราโบลา $s = 16t - t^2$ เมื่อพิจารณากราฟความสูงของบั้งไฟกับเวลา พบว่าเป็นรูปพาราโบลาคว่ำโดยที่จุดสูงสุดของกราฟ คือ จุด (8, 64)  คำถาม อธิบายว่า จุด (8, 64) หมายถึงอะไร คำตอบ 8 คือ ตัวแปรต้น ซึ่งในที่นี้คือ เวลา ในขณะที่ 64 คือ ตัวแปรตาม ซึ่งในที่นี้คือ ความสูงของบั้งไฟวัดจากพื้น ดังนั้น (8,64) จึงหมายถึง เมื่อเวลาผ่านไป 8 วินาทีหลังการยิง บั้งไฟขึ้นไปได้สูงสุด 64 เมตร เหตุผล เราต้องแปลความหมายของคู่อันดับให้ได้ว่า ตัวหน้า และ ตัวหลัง ของคู่อันดับคืออะไรในบริบทนั้น จึงเป็นการตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง
I2	ระบุได้ว่าผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหาหรือไม่
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) ถ้าคุณลุงมี่รวมเวลา 37 นาที 26 วินาที กับ 15 นาที 42 วินาที เป็น 52 นาที 68 วินาที คำถาม ผลลัพธ์นี้สมเหตุสมผลหรือไม่ คำตอบ ไม่สมเหตุสมผล เนื่องจาก 60 วินาทีคือ 1 นาที ดังนั้น 68 วินาที คือ 1 นาที 8 วินาที ดังนั้นคำตอบที่ถูกต้องจึงควรเป็น 53 นาที 8 วินาที เหตุผล เพราะว่า 68 วินาที ไม่มีบริบทในโลกจริง จึงต้องเปลี่ยนคำสรุปใหม่เป็น 1 นาที 8 วินาที

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) มานะมีข้าวสารอยู่จำนวนหนึ่งไว้สำหรับหุงให้คนงานกิน โดยคนงานแต่ละคนกินข้าวในปริมาณที่เท่ากันเมื่อหุงข้าวจำนวนนี้ให้คนงาน 28 คน จะกินได้นาน 36 วัน ถ้าหุงให้คนงาน 42 คน ข้าวสารจำนวนนี้จะกินได้นานกี่วัน ถ้าใช้วิธีคิดแบบสัดส่วน ให้คนงาน 42 คน กินข้าวได้นาน b วัน เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{b}{36} = \frac{42}{28}$ จะได้ $b = 36 \times \frac{42}{28} = 54$ นั่นคือ คนงาน 42 คนจะกินข้าวได้นาน 54 วัน คำถาม คำตอบ 54 วันที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ คำตอบ ไม่สมเหตุสมผล เนื่องจากเมื่อจำนวนคนเพิ่มคน จำนวนวันที่กินข้าวสารจำนวนนี้จะต้องลดลงไม่ใช่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณทั้งสองนี้อยู่ในลักษณะที่เป็นสัดส่วนผกผัน ดังนั้นคำตอบที่ถูกต้องของสถานการณ์นี้คือ ให้คนงาน 42 คน กินข้าวได้นาน a วัน เขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{a}{36} = \frac{28}{42}$ จะได้ $a = 36 \times \frac{28}{42} = 24$ นั่นคือ คนงาน 42 คนจะกินข้าวได้นาน 24 วัน เหตุผล กรณีนี้จะต้องระบุได้ว่าผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหาเพราะจำนวนวันที่ได้ควรจะลดลงไม่ใช่เพิ่มขึ้น
I3	ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) การปูพื้นด้วยกระเบื้องสีดำและกระเบื้องสีขาวด้วยอัตราส่วน 8 : 17 ดังรูป  คำถาม ข้อจำกัดของการปูพื้นด้วยกระเบื้องอัตราส่วนนี้คืออะไร (ต้องปูพื้นให้เต็มรูป ไม่ให้รูปขาดหรือรูปเกิน)

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	คำตอบ พื้นที่จะปูกระเบื้องแบบนี้จะต้องเป็น พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เท่านั้น ไม่สามารถเป็นรูปสี่เหลี่ยมพื้นผ้า หรือ รูปสามเหลี่ยมได้ เหตุผล เพราะการปูพื้นกระเบื้องแบบนี้ให้เต็มรูปตามที่ต้องการ จะต้องใช้กระเบื้อง 25 แผ่นโดยมีด้านกว้างและยาวด้านละ 5 แผ่น การปูกระเบื้อง ด้วยรูปแบบนี้จึงไม่สามารถปูบนพื้นที่รูปอื่น ๆ (เช่น รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปวงกลม หรือรูปสามเหลี่ยม) ได้เพราะจะไม่เต็มรูปแบบ
I3	ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) เค้กรูปทรงกระบอกที่มีรัศมี 10.5 ซม. โดยมีเนื้อเค้กหนา 5.00 ซม. ถ้าปิงคำนวณหาปริมาตรของเค้กออกมาพบว่า ปริมาตรของเค้ก 1 ก้อน = $\pi(10.5 \text{ ซม.})^2(5 \text{ ซม.}) = 1{,}734$ ลบ.ซม.  คำถาม ผลลัพธ์ 1,734 ลูกบาศก์เซนติเมตร หมายถึงส่วนใดของเค้กบ้าง ก. เนื้อเค้ก ข. เนื้อเค้กและครีม ค. เนื้อเค้ก ครีม และแยม ง. อื่น ๆ (โปรดระบุ) _____ คำตอบ ก. เนื้อเค้ก เพราะตัวเลข 5.00 เซนติเมตรหมายถึงแค่ส่วนของเนื้อเค้กเท่านั้น เหตุผล เพราะว่าความหนาที่เราคำนวณนั้นไม่ได้รวมความหนาของครีม แยม หรือ topping อื่น ๆ ปริมาตรที่ได้จึงเป็นข้อจำกัดของการคำนวณนี้ว่าเป็นปริมาตรของเนื้อเค้กและสามารถประมาณเป็นปริมาตรของเค้กทั้งก้อนได้ ซึ่งเป็นการระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
I4	ใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือคอมพิวเตอร์ในการจำลองสถานการณ์เพื่อทำให้แน่ใจว่าวิธีการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ข้อจำกัด และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหาและบริบทของปัญหานั้นสมเหตุสมผล

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา)

ออมสินสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 80% ของคะแนนเต็ม ถ้าวิชานี้มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน

คำถาม ออมสินสอบได้กี่คะแนน

คำตอบ 24 คะแนน

ออมสินสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 80% ของคะแนนเต็ม

คะแนนเต็ม 30 คะแนน

ออมสินสอบได้ $\frac{80}{100} \times 30 = 24$ คะแนน



ถ้าใช้เครื่องคิดเลขหา 80% ของคะแนนเต็ม 30 คะแนน ด้วยการกดเครื่องคิดเลขดังนี้



แสดงว่า 24 คะแนนถูกต้อง

เหตุผล การใช้เครื่องคิดเลขนี้นับเป็นหนึ่งในเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการตรวจสอบว่าวิธีการและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (solution) ที่เกิดขึ้นด้วยการคิดแก้ปัญหานั้นสมเหตุสมผล

สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา)

ถ้ามีระบบสมการ x - 2y = -3 และ 3x + 6y = 9

คำถาม จงหาค่า x และ y จากระบบสมการนี้

คำตอบ มีคำตอบมากมายไม่จำกัดในรูป (x , $\frac{x+3}{2}$) เมื่อ x แทนจำนวนจริงใด ๆ

วิธีที่ 1 การแก้ระบบสมการ

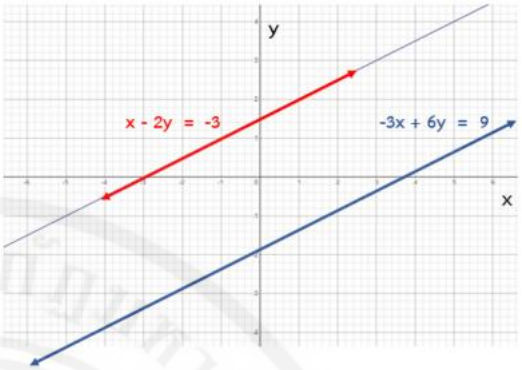
ให้ $x - 2y = -3$ (1)

และ $3x + 6y = 9$ (2)

สังเกตว่า (2) ÷ (-3) จะได้ $x - 2y = -3$ (3) ซึ่งเป็นสมการเดียวกันกับ (1) จาก (1) จะได้ว่า $y = \frac{x+3}{2}$ ดังนั้น ระบบสมการนี้มีคำตอบมากมายไม่จำกัดในรูป (x , $\frac{x+3}{2}$) เมื่อ x แทนจำนวนจริงใด ๆ

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	<u>วิธีที่ 2 กราฟ</u> ถ้าเขียนกราฟ จะเห็นว่ามีคู่อันดับมากมายที่เป็นคำตอบของสมการ x - 2y = -3 และ 3x + 6y = 9 เนื่องจากกราฟของสมการทั้งสองเป็นเส้นตรงสองเส้นซึ่งทับกันหรือเป็นเส้นตรงเดียวกัน แสดงว่าคู่อันดับทุกคู่อันดับที่เป็นพิกัดของจุดบนเส้นตรงที่ทับกันนี้ เป็นคำตอบของทั้งสองสมการ  เหตุผล สถานการณ์นี้เราสามารถใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (ซึ่งในที่นี้คือ กราฟสมการเส้นตรง 2 เส้น) ในการจำลองสถานการณ์เพื่อทำให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้สมการตรง ๆ นั้นมีคำตอบตรงกันกับวิธีการแก้สมการด้วยกราฟ
I5	ตีความ ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา การแสดงแทน ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่หลากหลายเพื่อเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือการใช้งาน เช่น การเปรียบเทียบ หรือประเมินการแสดงแทนอย่างน้อย 2 รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) จัดหนังสือวิชาต่าง ๆ แบบแนวตั้งลงในกล่องใส่หนังสืออันหนึ่งกว้าง 10 เซนติเมตร โดยหนังสือแต่ละเล่มมีความหนาดังนี้ หนังสือวิชาคณิตศาสตร์หนา 1.25 เซนติเมตร หนังสือวิชาวิทยาศาสตร์หนา 0.75 เซนติเมตร หนังสือวิชาสังคมศึกษาหนา 0.50 เซนติเมตร คำถาม ถ้าใส่หนังสือทั้งสามวิชาลงในกล่องจำนวน 10 เล่มให้พอกับขนาดของกล่อง หนังสือแต่ละวิชามีกี่เล่ม

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

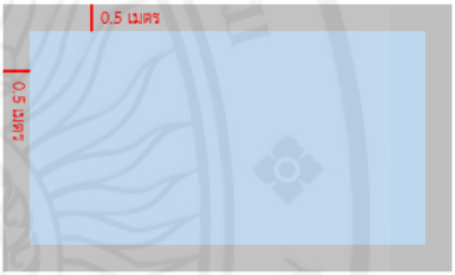
คำตอบ

วิธีที่	จำนวนหนังสือวิชาคณิตศาสตร์ (เล่ม)	จำนวนหนังสือวิชาคณิตศาสตร์(เล่ม)	จำนวนหนังสือวิชาคณิตศาสตร์(เล่ม)
1	3	4	3
2	4	3	3
3	4	4	2
4	4	5	1
5	3	6	1

เหตุผล จากสถานการณ์นี้สามารถประเมินการแสดงแทนได้อย่างน้อย 2 รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา)

หมู่บ้านเบญจาต้องการสร้างสระว่ายน้ำรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 25 เมตร โดยให้ขอบสระว่ายน้ำซึ่งจะปูด้วยกระเบื้องมีความกว้างเท่ากันโดยตลอด ถ้าบริเวณที่จะสร้างสระว่ายน้ำรวมขอบมีพื้นที่ 286 ตารางเมตร



คำถาม ขอบสระว่ายน้ำนี้กว้างเท่าไร

คำตอบ 0.5 เมตร

<u>วิธีที่ 1 การแก้ระบบสมการ</u>

ให้ขอบสระว่ายน้ำกว้าง x เมตร

ความกว้างของสระว่ายน้ำรวมขอบสระ $10 + 2x$ เมตร

ความยาวของสระว่ายน้ำรวมขอบสระ $25 + 2x$ เมตร

เนื่องจาก สระว่ายน้ำรวมขอบสระมีพื้นที่ 286 ตารางเมตร

จะได้สมการเป็น $(10 + 2x)(25 + 2x) = 286$

$2x^2 + 35x - 18 = 0$

$(2x - 1)(x + 18) = 0$

จะได้ $x = 0.5, -18$

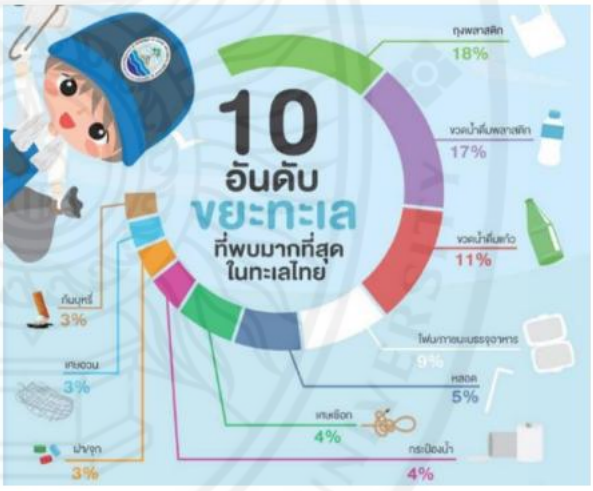
(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	<u>วิธีที่ 2 คาดการณ์อย่างมีเหตุผล</u> พื้นที่ = กว้าง x ยาว 286 = 22 x 13 แบบที่ 1 = 11 x 26 แบบที่ 2 = 2 x 143 แบบที่ 3 จากเดิมกว้าง 10 เมตร ยาว 25 เมตร จึงควรเป็นแบบที่ 2 นั่นคือ 11x26 ดังนั้น ด้านกว้าง เท่ากับ 11 เมตร ด้านยาว เท่ากับ 26 เมตร เหตุผล เปรียบเทียบการแก้ปัญหา 2 แบบ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
I6	ใช้ความรู้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และการคำนวณตามขั้นตอนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อที่จะตัดสินใจได้ว่าควรปรับปรุงหรือนำผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ได้
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) มาลีต้องการตัดแบ่งกระดาษรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 20 ซม. ยาว 22 ซม. ดังรูป ก. ออกเป็นกระดาษรูปสี่เหลี่ยมแผ่นเล็กกว้าง 2 ซม. ยาว 4 ซม. เพื่อที่จะหาจำนวนของกระดาษแผ่นเล็กที่มากที่สุด เธอเริ่มต้นหาพื้นที่ของกระดาษรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เท่ากับ 440 ตร.ซม. และพื้นที่ของกระดาษรูปสี่เหลี่ยมแผ่นเล็ก เท่ากับ 8 ตร.ซม. จากนั้นจึงนำพื้นที่ของกระดาษรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากหารด้วยพื้นที่ของกระดาษรูปสี่เหลี่ยมแผ่นเล็ก เท่ากับ 55 มาลี จึงสรุปว่า เธอสามารถตัดแบ่งกระดาษเป็นแผ่นเล็กได้ทั้งหมด 55 แผ่น โดยเธอจะตัดกระดาษด้วยการวางกระดาษด้านยาว 4 ซม. ลงบนกระดาษแผ่นใหญ่ในด้านยาว 22 ซม. และด้านกว้าง 2 ซม. ลงบนกระดาษแผ่นใหญ่ในด้านกว้าง 20 ซม. ดังรูป ข. คำถาม วิธีการคิดและข้อสรุปของมาลีมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ คำตอบ ไม่สมเหตุสมผล เพราะถ้าตัดกระดาษในแนวนี้จะไม่สามารถตัดกระดาษได้ทั้งหมด 55 แผ่น เพราะจะตัดกระดาษได้เพียง 50 แผ่น ดังนั้นต้องตัดกระดาษในอีกแนวหนึ่งดังรูป ค. 

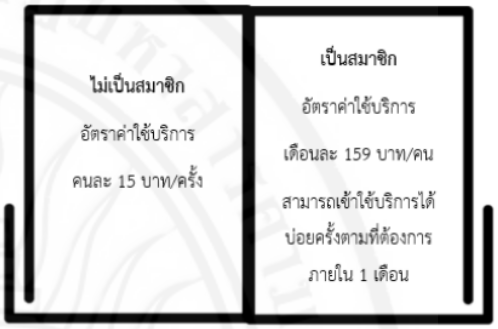
(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	เหตุผล สถานการณ์นี้นักเรียนต้องใช้ความรู้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และการคำนวณว่าจะตัดแบ่งกระดาษเป็นแผ่นเล็กได้มากสุด 55 แผ่น ถ้าตัดกระดาษถูกวิธีแต่หากตัดกระดาษในวิธีดังกล่าวข้างต้น จะได้จำนวนกระดาษแผ่นเล็กน้อยกว่า 55 แผ่น ดังนั้นนักเรียนจะต้องรู้ก่อนว่าจะต้องปรับปรุงวิธีการตัดกระดาษก่อน โดยต้องตัดกระดาษในรูป ค.
	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) ถ้านักเรียนทำกิจกรรมจิตอาสากับเพื่อน ๆ โดยการเก็บขยะทะเลที่สถานที่ท่องเที่ยวแห่งหนึ่ง • จะมีโอกาสเป็นขวดน้ำดื่มพลาสติกมากกว่าเป็นภาชนะบรรจุอาหาร • จะมีโอกาสเป็นขยะที่ทำจากพลาสติกมากที่สุด • จะมีโอกาสเป็นเศษเชือกเท่า ๆ กับเป็นกระป๋องน้ำ • จะมีโอกาสน้อยที่จะเป็นฝา/จุก คำถาม ข้อคาดการณ์ข้างต้น มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัจจุบันหรือไม่ เพราะเหตุใด คำตอบ ไม่สมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัจจุบัน เพราะข้อมูลนี้เป็นข้อมูลในอดีต อันดับของขยะทะเลอาจจะเปลี่ยนแปลงไป เหตุผล จากสถานการณ์นี้นักเรียนสามารถใช้ความรู้พิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์เพราะข้อมูลที่ให้มาเป็นข้อมูลในอดีต หากจะนำข้อมูลนี้ไปเป็นข้อสรุปในอนาคตนั้นจะต้องพิจารณาให้ดีว่าอาจมีการเปลี่ยนแปลง  **ที่มา** ฐานข้อมูลขยะทะเล กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง 2560
I7	สร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) ต้องการห่อของขวัญ โดยใช้กระดาษที่ตัดดังรูป คำถาม จะสามารถห่อของขวัญได้หรือไม่ อย่างไร

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	คำตอบ ไม่สามารถห่อของขวัญได้ เพราะถ้าตัดกระดาษแบบนี้ จะไม่สามารถปิดด้านล่างได้ ถ้าจะปิดด้านล่างได้ เหตุผล กรณีนี้เราจะต้องสร้างและสื่อสารข้อโต้แย้งว่าไม่สามารถห่อของขวัญได้เต็มหรือปิดรูปได้
	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) อัตราค่าเข้าใช้บริการศูนย์กีฬาและสุขภาพของหมู่บ้านแห่งหนึ่ง เป็นดังแสดงในภาพในกรณีที่ไม่เป็นสมาชิก แต่เป็นผู้พักอาศัยในหมู่บ้านนี้ จะได้ลดราคาค่าใช้บริการ 10 % คำถาม ถ้าตี๋และน้องชายอยู่ในหมู่บ้านแห่งนี้ และวางแผนไว้ว่าจะมาใช้บริการที่ศูนย์กีฬาและสุขภาพแห่งนี้ เขาควรเลือกสมัครเป็นสมาชิกหรือไม่ เพราะเหตุใด คำตอบ ขึ้นอยู่กับกรณีในการตัดสินใจว่าจะใช้บริการกี่ครั้งต่อเดือน เช่น ถ้าจะใช้บริการที่ศูนย์กีฬาและสุขภาพนี้ 35 ครั้งในช่วง 3 เดือน จะพบว่า  <u>กรณีไม่เป็นสมาชิก</u> เสียค่าบริการคนละ 35 x 15 = 525 บาท แต่เนื่องจากตี๋และน้องชายอยู่ในหมู่บ้านนี้ จึงได้ลดราคาค่าใช้บริการ 10% ดังนั้น จะเสียค่าบริการคนละ 525 x 0.9 = 472.50 บาท <u>กรณีเป็นสมาชิก</u> เสียค่าบริการคนละ 159 x 3 = 477 บาท ดังนั้นตี๋และน้องชายไม่จำเป็นต้องสมัครสมาชิก เหตุผล สถานการณ์นี้นักเรียนจะต้องสร้างสมมติฐานหรือเงื่อนไขขึ้นมาก่อนว่าจะใช้บริการกี่ครั้งในช่วงที่สนใจ เพราะถ้าจำนวนครั้งเปลี่ยนไป จะทำให้การตัดสินใจเปลี่ยนไป เพราะอาจจำเป็นต้องสมัครสมาชิก นั่นคือเป็นการฝึกให้นักเรียนสร้างและสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา
I8	อธิบาย หรือตีความ หรือแสดง ขอบเขต ข้อจำกัดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา)

ตารางเดินรถแสดงเวลาที่รถไฟออกจากกรุงเทพไปยังสถานีต่าง ๆ

คำถาม ถ้าต้องการเดินทางจากกรุงเทพ ไปถึงเชียงใหม่ ก่อนเวลา 06.00 น. จะต้องขึ้นรถขบวนใด

ตารางการเดินรถไฟสถานีอุตรดิตถ์

กำหนดเวลาขบวนรถขึ้น
TIME TABLE

เลขขบวน	ประเภทรถ	ต้นทางออก	เดินระหว่างทาง	ถึง	หยุด	ออก	ปลายทางถึง
13	ด่วนพิเศษ	19.35	กรุงเทพ-เชียงใหม่	03.05	3	03.08	08.40
107	เร็ว	20.10	กรุงเทพ-เด่นชัย	04.02	3	04.05	05.15
105	เร็ว	21.00	กรุงเทพ-ศิลาอาสน์	04.34	2	04.36	04.40
51	ด่วน	22.00	กรุงเทพ-เชียงใหม่	06.03	3	06.06	12.10
403	ธรรมดา	05.55	พิษณุโลก-ศิลาอาสน์	07.34	3	07.37	07.40
407	ธรรมดา	05.00	นครสวรรค์-เชียงใหม่	09.04	3	09.07	14.35
7	สปรินเตอร์	08.30	กรุงเทพ-เชียงใหม่	14.22	5	14.27	19.30
111	เร็ว	07.00	กรุงเทพ-เด่นชัย	15.21	3	15.24	16.30
3	สปรินเตอร์	10.50	กรุงเทพ-สวรรคโลก-ศิลาอาสน์	19.07	5	19.12	19.15
109	เร็ว	13.45	กรุงเทพ-เชียงใหม่	22.20	3	22.23	04.05

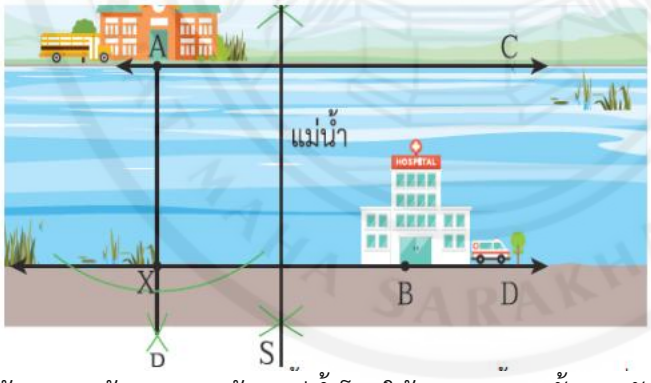
ข้อมูล ณ วันที่ 2 ตุลาคม 2560

คำตอบ ต้องขึ้นรถหมายเลขขบวน 109 โดยเริ่มต้นเดินทางจากกรุงเทพ เวลา 13.45 น. ถึงสถานีอุตรดิตถ์ เวลา 22.20 น. และออกจากสถานีอุตรดิตถ์ เวลา 22.23 น. ถึงเชียงใหม่เวลา 04.05 น.

เหตุผล มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์นี้ คือ การอ่านตารางเวลา ซึ่งในที่นี้คือตารางการเดินรถไฟ โดยมีข้อจำกัดว่าจะมีจำนวนรอบจำกัดในการเดินทาง คำถามนี้จะทำให้นักเรียนตีความ และแสดงขอบเขตข้อจำกัดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา)

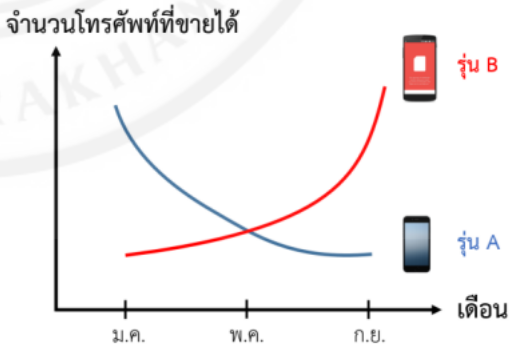
โรงเรียนและโรงพยาบาลตั้งอยู่คนละฟากของริมฝั่งแม่น้ำซึ่งขนานกันที่จุด A และ B ตามลำดับ ดังแผนภาพ



ต้องการสร้างสะพานข้ามแม่น้ำโดยให้แนวสะพานตั้งฉากกับริมฝั่งแม่น้ำทั้งสอง และอยู่ห่างจากโรงเรียนและโรงพยาบาลเป็นระยะเท่ากัน จงหาตำแหน่งที่จะสร้างสะพานดังกล่าว พร้อมคำอธิบาย

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	คำถาม ข้อจำกัดของวิธีการและผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหานี้คืออะไรบ้าง คำตอบ ให้ริมฝั่งแม่น้ำคือ $\overleftrightarrow{AC}$ และ $\overleftrightarrow{BD}$ ดังรูป วิธีหาตำแหน่งที่จะสร้างสะพานทำได้ดังนี้ 1. สร้าง $\overleftrightarrow{AP}$ ให้ตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{BD}$ ที่จุด X 2. สร้าง $\overleftrightarrow{RS}$ แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{XB}$ จะได้ $\overleftrightarrow{RS}$ เป็นแนวเส้นตรงที่จะสร้างสะพาน เหตุผล มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์นี้ คือ การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรง โดยคำถามนี้จะทำให้นักเรียนตีความ และแสดงขอบเขตข้อจำกัดของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
I9	เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทน เพื่อช่วยในการตีความและการประเมินความเป็นไปได้และข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์
	สถานการณ์(สำหรับชั้นประถมศึกษา) นาย ก. เดินทางจากบ้านไปท่ารถใช้เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที หลังจากนั้นก็ขึ้นรถโดยสารไปโรงพยาบาลในจังหวัดใช้เวลา 40 นาที นาย ก. คำนวณเวลาเดินทางจากบ้านไปโรงพยาบาลได้เป็น 1.30 + 0.40 = 1.70 ชั่วโมง ดังนั้น นาย ก. จึงสรุปว่า เขาใช้เวลาเดินทางทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง 70 นาที คำถาม แนวคิดและผลลัพธ์ของนาย ก. สมเหตุสมผลกับบริบทหรือไม่ คำตอบ ไม่สมเหตุสมผล เพราะเวลา 70 นาที แท้จริงแล้วคือ 1 ชั่วโมง 10 นาที ดังนั้นคำตอบที่ถูกต้องคือ 2 ชั่วโมง 10 นาที เหตุผล สถานการณ์นี้จะทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทน เช่น เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที สามารถแสดงแทนได้ด้วย 1.30 ชั่วโมง แต่ไม่ถูกต้อง เพราะจริง ๆ แล้วควรเขียนเป็น 1.50 ชั่วโมงมากกว่า ในทำนองเดียวกัน เวลา 40 นาที สามารถแสดงแทนได้ด้วย 2/3 = 0.67 ชั่วโมง
	สถานการณ์(สำหรับชั้นมัธยมศึกษา) จากการสอบถามยอดขายโทรศัพท์รุ่น A และรุ่น B ของร้านค้าแห่งหนึ่ง ในทุก ๆ สิ้นเดือนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน สามารถนำข้อมูลมาแสดงได้ดังกราฟต่อไปนี้ 

(ต่อ)

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

	คำถาม ก. ในเดือนมีนาคม ร้านค้าแห่งนี้ขายโทรศัพท์รุ่นใดได้มากกว่ากัน และนักเรียนทราบได้อย่างไร ข. ในเดือนใดที่ยอดขายโทรศัพท์รุ่น A และรุ่น B เท่ากัน และนักเรียนทราบได้อย่างไร ค. ในเดือนตุลาคม ร้านค้าแห่งนี้ควรสั่งโทรศัพท์รุ่นใดมาขายมากกว่ากัน เพราะเหตุใด คำตอบ ก. รุ่น A เพราะเส้นกราฟของรุ่น A เหนือกว่าเส้นกราฟของรุ่น B ที่เดือนมีนาคมซึ่งอยู่ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ข. เดือนพฤษภาคม เพราะเส้นกราฟทั้งสองเส้นตัดกันแสดงว่าจำนวนยอดขายโทรศัพท์ทั้ง 2 รุ่นมีค่าเท่ากัน ค. รุ่น B เพราะเส้นกราฟของรุ่น B มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นในเดือนถัดไป ในขณะที่เส้นกราฟของรุ่น A มีแนวโน้มลดลง เหตุผล นักเรียนจะต้องเข้าใจว่า (1) รู้ความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทนว่า เมื่อเวลาผ่านไปโทรศัพท์รุ่น A ขายได้ลดลงในขณะโทรศัพท์รุ่น B ขายได้เพิ่มขึ้น (2) ข้อจำกัดของวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ของกราฟนี้ คือ การทำนายผลจะถูกต้องในช่วงระหว่างเดือนมกราคมถึงกันยายนนี้เท่านั้น เพราะในอนาคตอาจมีโทรศัพท์รุ่นใหม่เข้ามาและทำให้จำนวนการขายโทรศัพท์เปลี่ยนแปลงได้

2.2.4.4 สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R) คือ สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อว่าเป็นไปได้อย่างตรงไปตรงมา ด้วยคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีกรอบแนวคิดที่ชัดเจน แต่ก็สามารถวิเคราะห์และแปลความได้หลากหลาย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นในการลงข้อสรุปที่แน่ชัดและเป็นจริงอยู่เสมอ นอกจากนี้ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ว่าในบริบทโลกชีวิตจริงที่มีความหลากหลาย ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อถือได้จะต้องเกิดจากการให้เหตุผลและการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การลงข้อสรุปนั้นจะต้องทำอย่างเป็นกลาง แม้จะไม่มีการตรวจสอบจากผู้อื่นก็ตาม สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)	
R1	แสดงข้อสรุปที่ไม่ซับซ้อนได้
R2	เลือกใช้เหตุผลที่เหมาะสม
R3	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุผลหรือไม่กับบริบทของปัญหา
R4	นำเสนอปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสม
R5	ใช้บทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน รวมถึงอัลกอริทึมและการคิดเชิงคำนวณ
R6	อธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้นั้นสมเหตุสมผล
R7	อธิบายหรือหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับกระบวนการ รวมถึงขั้นตอนหรือการจำลองที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
R8	ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
R9	ข้าใจบทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน รวมถึงการใช้อัลกอริทึมและการให้เหตุผลเชิงคำนวณ
R10	ให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงนั้นสมเหตุสมผล
R11	ให้เหตุผลว่ากระบวนการและขั้นตอนในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
R12	สะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้
R13	วิพากษ์ข้อจำกัดของแบบจำลองในการแก้ปัญหา
R14	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และอธิบายความหมายของผลลัพธ์ที่ได้ว่าสมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริง
R15	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคำเฉพาะที่ใช้กับโจทย์ปัญหาในบริบทนั้น ๆ กับ ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
R16	สะท้อนวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสร้างคำอธิบายที่สนับสนุน หรือสร้างข้อโต้แย้งที่ปฏิเสธวิธีการแก้โจทย์ปัญหานั้น
R17	วิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างปัญหาทางคณิตศาสตร์กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหานั้น

(ต่อ)

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

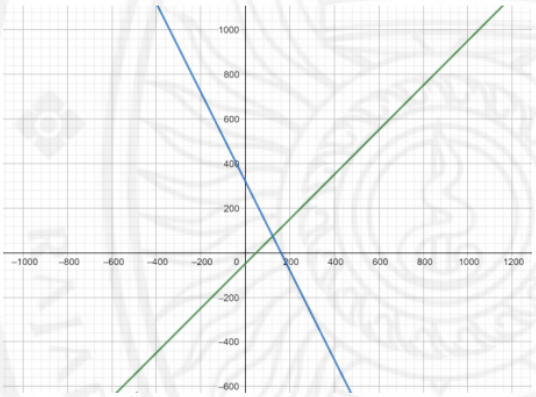
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)	
R18	อธิบายการทำงานของอัลกอริทึมที่ไม่ซับซ้อน รวมทั้งอธิบายการตรวจสอบและการแก้ไขข้อผิดพลาดอัลกอริทึมหรือโปรแกรม

ตารางที่ 2.10 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (R)

R1	แสดงข้อสรุปที่ไม่ซับซ้อนได้
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้นักเรียนพับแถบกระดาษ 3 ชิ้น ที่มีขนาดเท่ากัน (ประมาณ 2 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร) โดยพับกระดาษชิ้นที่ 1 ให้เป็น 2 ส่วน ชิ้นที่ 2 ให้เป็น 4 ส่วน และชิ้นที่ 3 ให้เป็น 8 ส่วน ที่แต่ละส่วนมีขนาดเท่า ๆ กัน ต่อมาให้นักเรียนระบายสีลงบนกระดาษเพื่อแสดงเศษส่วน เช่น 1/2 1/4 และ 1/8 แล้วจึงเปรียบเทียบเศษส่วนทั้งสามนั้นว่าเศษส่วนใดมีค่ามากหรือน้อยกว่ากัน โดยการเปรียบเทียบขนาดของกระดาษส่วนที่ถูกระบายสี แนวคำตอบ: นักเรียนจะได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรมว่า เศษส่วนเป็นการแสดงถึงการแบ่งส่วนของสิ่งหนึ่ง ๆ ให้มีขนาดหรือจำนวนเท่า ๆ กัน และเมื่อตัวส่วนมีค่ามาก (แบ่งเป็นหลาย ๆ ส่วน) แต่ละส่วนก็จะมีขนาดเล็กลง หรือมีจำนวนน้อยลง
R2	เลือกใช้เหตุผลที่เหมาะสม
	ครูตั้งคำถามกับนักเรียนในห้องว่า เมื่อลากเส้นตรงสองเส้นตัดกัน เพราะเหตุใดมุมที่อยู่ตรงข้ามกันบริเวณจุดตัดของเส้นตรงจึงมีขนาดเท่ากัน แนวคำตอบ: มุมทั้งสองมีขนาดเท่ากันเพราะเป็น “มุมตรงข้าม”
R3	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุผลหรือไม่กับบริบทของปัญหา
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้มีพิซซ่า 2 ถาด ที่มีขนาดเท่ากัน ถาดแรกถูกตัดเป็น 6 ชิ้น เท่า ๆ กัน ส่วนถาดที่สองถูกตัดเป็น 8 ชิ้น เท่า ๆ กัน มีนักเรียนรับประทานพิซซ่าในถาดแรกไปแล้ว 5 ชิ้น ในขณะที่รับประทานถาดที่สองไปแล้ว 7 ชิ้น ถ้าจะสรุปว่าพิซซ่าที่เหลือในถาดแรกมีปริมาณมากกว่าถาดที่สอง นักเรียนคิดว่าข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด แนวคำตอบ: แม้ว่าทั้งสองถาดจะมีพิซซ่าเหลือ จำนวน 1 ชิ้นเท่ากัน แต่ด้วยการตัดแบ่งที่ไม่เท่ากัน ถาดแรกแบ่งเป็นจำนวนชิ้นน้อยกว่าถาดที่สอง ทำให้พิซซ่าแต่ละชิ้นในถาดแรกมีขนาดใหญ่กว่าถาดที่สอง พิซซ่าที่เหลือในถาดแรกจึงมีปริมาณมากกว่าพิซซ่าในถาดที่สอง

(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

R4	นำเสนอปัญหาในรูปแบบที่แตกต่าง รวมถึงจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นที่เหมาะสม
	หทัยสะสมเหรียญสิบบาทและเหรียญห้าบาทไว้จำนวนหนึ่ง เมื่อนำมานับดู พบว่ามีเหรียญสิบบาทมากกว่าเหรียญห้าบาทอยู่ 49 เหรียญ คิดเป็นเงินรวม 1,600 บาท อยากทราบว่าหทัยมีเหรียญสิบบาทและเหรียญห้าบาทอย่างละกี่เหรียญ ให้ x แทน จำนวนเหรียญสิบบาท y แทน จำนวนเหรียญห้าบาท ดังนั้นประโยค (1) มีเหรียญสิบบาทมากกว่าเหรียญห้าบาทอยู่ 49 เหรียญ เขียนได้เป็น $x - y = 49$ (1) (2) มีเงินรวม 1,600 บาท เขียนได้เป็น $10x + 5y = 1,600$ (2) การแสดงแทนอย่างแรก คือ การแสดงประโยคด้วยสมการ (1) และ (2) การแสดงแทนอย่างที่สองคือ การแสดงประโยคด้วยกราฟ ดังรูป  สมมติฐานที่เหมาะสม คือ x และ y จะต้องเป็นจำนวนเต็มบวกตั้งแต่ 1 เป็นต้นไป (ไม่สามารถเป็นเศษส่วนแท้ หรือจำนวนลบได้)
R5	ใช้บทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน รวมถึงอัลกอริทึมและการคิดเชิงคำนวณ
	ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการหาค่าของ 1 + 2 + 3 + ... + 10 ต่อมาให้นักเรียนนำเสนอวิธีการหาค่าของ 1 + 2 + 3 + ... + 100 แนวคำตอบ: สำหรับ 1 + 2 + 3 + ... + 10 นักเรียนอาจใช้วิธีการบวกทุก ๆ จำนวนโดยตรง ต่อมาครูอาจนำเสนอวิธีการอื่น เช่น

(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

	(10 + 1) + (9 + 2) + (8 + 3) + (7 + 4) + (6 + 5) = 11 + 11 + 11 + 11 + 11 = 11 x 5 ครูชักชวนนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนสังเกตเห็นรูปแบบ ดังนี้ $1+2+3+\ldots+n = (n+1)+[(n-1)+2]+[(n-2)+3]+\ldots = (n+1)+(n+1)+(n+1)+\ldots = \frac{n(n+1)}{2}$ ดังนั้น ในการหาค่าของ 1 + 2 + 3 + ... + 100 นักเรียนสามารถทำได้โดยการใช้ความสัมพันธ์ตามรูปแบบข้างต้น
R6	อธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้นั้นสมเหตุสมผล
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้มีพิซซ่า 2 ถาด ที่มีขนาดเท่ากัน ถาดแรกถูกตัดเป็น 4 ชิ้น เท่า ๆ กัน ส่วนถาดที่สองถูกตัดเป็น 8 ชิ้น เท่า ๆ กัน มีนักเรียนรับประทานพิซซ่าในถาดแรกไปแล้ว 3 ชิ้น ในขณะที่รับประทานถาดที่สองไปแล้ว 6 ชิ้น ถ้าจะสรุปว่าพิซซ่าที่เหลือในถาดที่สองจำนวน 2 ชิ้น ซึ่งมีปริมาณมากกว่าถาดแรกที่มีเพียง 1 ชิ้น นักเรียนคิดว่าข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด แนวคำตอบ: ข้อสรุปนี้ไม่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามครูควรกระตุ้นให้เกิดการโต้แย้งกันในชั้นเรียน โดยนักเรียนอาจใช้การวาดแผนภาพเพื่อสนับสนุนเหตุผลว่า เพราะเหตุใดข้อสรุปนี้จึงไม่ถูกต้อง
R7	อธิบายหรือหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับกระบวนการ รวมถึงขั้นตอนหรือการจำลองที่ใช้ในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
	ในสถานการณ์ที่ครูให้นักเรียนแก้สมการแล้วได้ผลลัพธ์แตกต่างกัน ครูควรให้นักเรียนอธิบายกระบวนการคิดพร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ กรณีที่วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนไม่ถูกต้อง ครูอาจแนะนำและชี้ให้นักเรียนเห็นว่าวิธีการของตนเองไม่ถูกต้องอย่างไร เช่น ครูกำหนดสถานการณ์ ให้ เอ มีเงินมากกว่า บี อยู่ 500 บาท และให้นักเรียนแสดงสถานการณ์โดยใช้แปลงข้อมูลเป็นแผนภาพ สมมติให้นักเรียนเขียนแผนภาพผิด โดยแสดงในแผนภาพว่า เอ มีเงินมากกว่า บีเพียง 250 บาท เมื่อพบว่าแผนภาพของตัวเองผิดพลาด นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าการใช้แบบจำลอง (แผนภาพ) ดังกล่าวไม่ถูกต้องเพราะเหตุใด

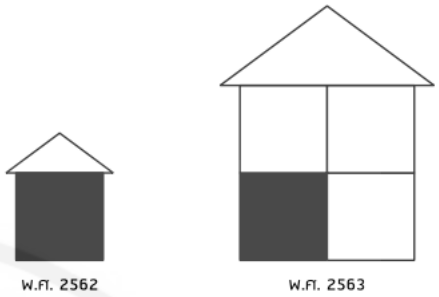
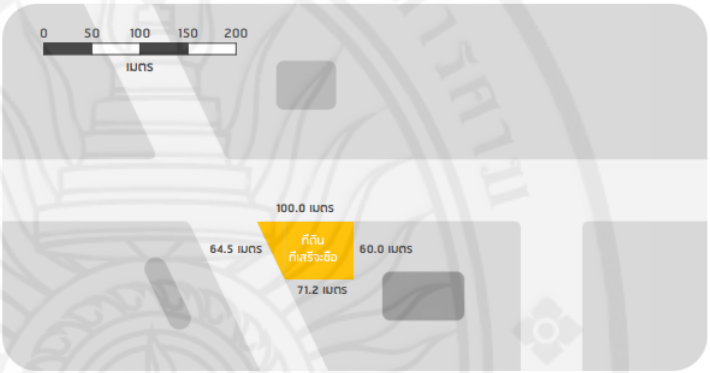
(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

R8	ระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้นักเรียนศึกษาเศษส่วน 1/7 และ 2/7 โดยการแบ่งรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าเป็นเจ็ดส่วนที่เท่ากันและเหมือนกัน นักเรียนคิดว่าจะสามารถทำได้อย่างไร แนวคำตอบ: ไม่สามารถทำได้ โดยนักเรียนควรระบุได้ว่าทำไม่ได้เพราะ มีข้อจำกัดของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าทำให้ไม่สามารถแบ่งให้เป็น 7 ส่วนที่เท่ากันและเหมือนกันได้ นอกจากนี้ครูอาจดัดแปลงรูปแบบกิจกรรมโดยกำหนดให้มีรูปเรขาคณิตให้นักเรียนเลือกเพื่อใช้ในการศึกษาเรื่องเศษส่วน ซึ่งจะต้องแบ่งรูปต่าง ๆ ให้เท่ากันและมีรูปร่างเหมือนกัน เมื่อนักเรียนเลือกแล้วครูถามเพิ่มเติมเกี่ยวกับเหตุผลว่าทำไมจึงเลือกหรือไม่เลือกรูปเรขาคณิตนั้น ๆ โดยนักเรียนอาจระบุได้ว่ามีข้อจำกัด แต่ไม่จำเป็นจะต้องระบุได้ว่ามีข้อจำกัดอะไร
R9	เข้าใจบทนิยาม กฎ และระบบที่มีขั้นตอนและวิธีการที่ชัดเจน รวมถึงการใช้อัลกอริทึมและการให้เหตุผลเชิงคำนวณ
	ครูกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนนำเสนอวิธีการหาค่าของ 1 + 2 + 3 + ... + 10 โดยใช้สูตร $\frac{n(n+1)}{2}$ เปรียบเทียบกับการหาค่าโดยการบวกโดยตรง โดยให้นักเรียนอธิบายว่าสูตรดังกล่าวมีที่มาอย่างไร และเพราะเหตุใดจึงให้ผลลัพธ์เดียวกันกับการบวกโดยตรง แนวคำตอบ: ครูชี้ให้นักเรียนเห็นรูปแบบ ดังนี้ $1+2+3+4+5+6+7+8+9+10=(10+1)+(9+2)+(8+3)+(7+4)+(6+5)=11+11+11+11+11 = 11 \times 5$ $1+2+3+ \ldots +n = (n+1)+[(n-1)+2]+[(n-2)+3]+ \ldots = (n+1)+(n+1)+(n+1)+ \ldots = \frac{n(n+1)}{2}$
R10	ให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงนั้นสมเหตุสมผล
	ครูกำหนดสถานการณ์ การเก็บข้อมูลจำนวนครัวเรือนในพื้นที่แห่งหนึ่งในปีพ.ศ. 2562 และ พ.ศ. 2563 พบว่าในปี พ.ศ. 2563 มีจำนวนครัวเรือนเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า จาก พ.ศ. 2562 เพื่อแสดงข้อมูลการเพิ่มขึ้นของจำนวนครัวเรือนในพื้นที่ดังกล่าว นักเรียนคิดว่ารูปด้านล่างมีความเหมาะสมในการแสดงข้อมูลนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

	ครูอาจดัดแปลงโดยใช้สถานการณ์อื่นที่มีการกำหนดแผนภูมิ/แผนภาพที่เป็นสิ่งแสดงแทนข้อมูลในแต่ละสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนให้เหตุผลว่าสิ่งแสดงแทนนั้นเหมาะสมและถูกต้องสำหรับข้อมูลที่กำหนดให้หรือไม่ เพราะเหตุใด 
R11	ให้เหตุผลว่ากระบวนการและขั้นตอนในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล
	ครูกำหนดสถานการณ์เสรีกำลังตัดสินใจจะซื้อที่แปลงหนึ่งเพื่อสร้างบ้านและมีพื้นที่สำหรับทำการเกษตร เสรีต้องการทราบว่าพื้นที่ที่ตนเองจะซื้อนั้นมีขนาดเท่าไร จึงทำการวัดขนาดของพื้นที่แล้วาดแผนภาพของพื้นที่ดังแสดง  เสรีเห็นว่าพื้นที่ของตนเองมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู จึงนำข้อมูลที่วัดได้มาคำนวณขนาดของพื้นที่โดยใช้สูตรต่อไปนี้ พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู = 1/2 x (ผลบวกของด้านคู่ขนาน) x สูง นักเรียนมีแนวคิดอื่นในการหาพื้นที่ที่เสรีจะซื้อได้อย่างไรบ้าง พร้อมอธิบายว่าเหตุใดจึงสามารถใช้วิธีการที่นำเสนอได้
R12	สะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้
	ครูเตรียมสถานการณ์ที่มีวิธีการคิดหลายวิธี แต่ให้คำตอบไม่เหมือนกัน หรือสถานการณ์ที่มีข้อสรุปที่อาจจะมีข้อผิดพลาดหรือไม่สมบูรณ์ เพื่อให้นักเรียนอภิปรายเพื่อโต้แย้งวิธีการคิดนั้น ๆ และความถูกต้องของข้อสรุปดังกล่าว เช่น • ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า ถ้า $x^2 \geq 2x$ การสรุปว่า $x \geq 2$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด • ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า จริงหรือไม่ที่ จำนวนตรรกยะ + จำนวนตรรกยะ ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนตรรกยะ เพราะเหตุใด

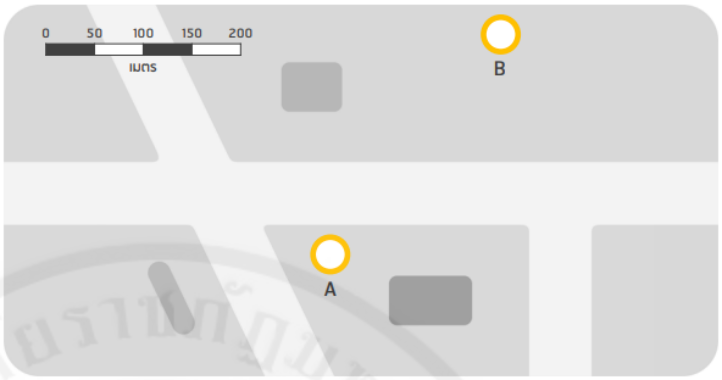
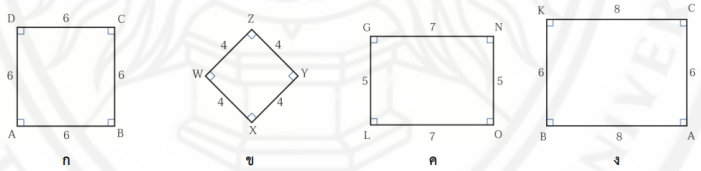
(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

	• ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า จากข้อมูลพยากรณ์อากาศในสัปดาห์ที่ผ่านมา มีฝนตก 5 วัน ฝนไม่ตก 2 วัน ถ้าจะสรุปว่าในวันพรุ่งนี้ ฝนจะตก ข้อสรุปนี้จะเป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด แนวคำตอบ: นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด พร้อมยกตัวอย่างสนับสนุนหรือตัวอย่างค้านประกอบ
R13	วิพากษ์ข้อจำกัดของแบบจำลองในการแก้ปัญหา
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้นักเรียนศึกษาเศษส่วน 1/7 และ 2/7 โดยการแบ่งรูปหกเหลี่ยมด้านเท่าเป็นเจ็ดส่วนที่เท่ากันและเหมือนกัน นักเรียนพบว่าไม่สามารถทำได้ พร้อมระบุว่าเป็นเพราะ รูปหกเหลี่ยมด้านเท่าทำให้ไม่สามารถแบ่งให้เป็น 7 ส่วน ที่เท่ากันและเหมือนกันได้ เพราะเหตุใดนักเรียนจึงสรุปดังนั้น แนวคำตอบ: เพราะการแบ่งรูปหกเหลี่ยมออกเป็นส่วน ๆ ที่มีขนาดเท่ากันนั้น เส้นที่ลากแบ่งแต่ละส่วนจะต้องลากผ่านจุดศูนย์กลางของรูป และผ่านมุม/หรือด้านของรูปหกเหลี่ยมด้วย ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถแบ่งเป็นส่วนที่เท่ากัน 7 ส่วนได้ รูปเรขาคณิตที่จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ส่วน เท่า ๆ กัน เช่น รูปเจ็ดเหลี่ยมด้านเท่าและรูปวงกลม เป็นต้น
R14	ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และอธิบายความหมายของผลลัพธ์ที่ได้ว่าสมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริง
	ครูกำหนดสถานการณ์ หมู่บ้านเบญจาต้องการสร้างสระว่ายน้ำรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 25 เมตร (ไม่รวมขอบของสระว่ายน้ำ) โดยขอบของสระว่ายน้ำจะปูด้วยกรวดล้างให้มีความกว้างเท่ากันโดยตลอด ถ้าบริเวณที่จะสร้างสระว่ายน้ำรวมขอบสระมีพื้นที่ 286 ตารางเมตร จะสามารถทำขอบสระว่ายน้ำให้มีความกว้างได้เท่าไร แนวคำตอบ: คำตอบที่ได้จากการแก้สมการจะมี 2 คำตอบ ได้แก่ 0.5 และ -18 นักเรียนควรเลือกตอบว่า ขอบสระว่ายน้ำมีความกว้าง = 0.5 เมตร พร้อมให้เหตุผลว่าความกว้างของขอบสระจะต้องเป็นจำนวนจริงบวก
R15	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคำเฉพาะที่ใช้กับโจทย์ปัญหาในบริบทนั้น ๆ กับ ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

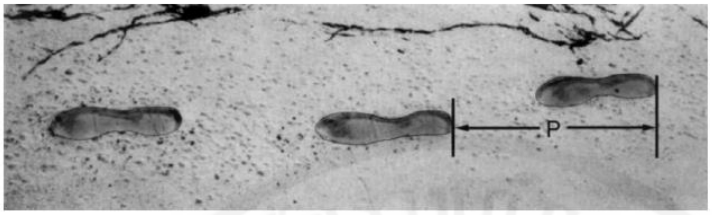
(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

	ครูกำหนดสถานการณ์ให้บ้านของเสรีและสันติอยู่ใกล้กัน ดังแสดงในแผนผังด้วยจุด A และ B ตามลำดับ ทั้งสองคนตกลงกันว่าจะช่วยกันขุดบ่อน้ำเพื่อใช้ร่วมกัน  โดยบ่อน้ำจะต้องอยู่ห่างจากบ้านทั้งสองหลังเป็นระยะทางเท่ากัน และใกล้กับบ้านทั้งสองหลังมากที่สุด ทั้งสองคนควรขุดบ่อน้ำที่ตำแหน่งใด ให้ระบุตำแหน่งของบ่อน้ำในแผนผัง และหาระยะห่างจากบ้านของเสรีถึงบ่อน้ำ แนวคำตอบ: ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น เขียนสมการ แผนภาพ กราฟ ตาราง ใช้การหา ครม./หรม. หรือความรู้อื่น ๆ แล้วให้นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหานั้นด้วยตนเอง ในระหว่างการนำเสนอ ครูควรถามเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนอธิบายว่านักเรียนแปลงคำเฉพาะที่อยู่ในสถานการณ์มาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ใดบ้างในแบบจำลองที่ใช้
R16	สะท้อนวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสร้างคำอธิบายที่สนับสนุน หรือสร้างข้อโต้แย้งที่ปฏิเสธวิธีการแก้โจทย์ปัญหานั้น
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้มีรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 4 รูป ดังแสดง  **ที่มา:** หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ม.3 เล่ม 1 หน้า 114 ครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบและวิธีคิดของตนเอง ว่ารูปใดบ้างที่เป็นรูปคล้ายกัน ครูสอบถามว่ามีนักเรียนคนไหนบ้างที่ตอบว่าคล้ายหรือไม่คล้าย จากนั้นครูให้นักเรียนได้อภิปรายกับเพื่อนทั้งที่มีคำตอบใกล้เคียงกันและไม่ใกล้เคียงกัน พร้อมให้เหตุผลประกอบว่าตนเองเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับเพื่อน เพราะเหตุใด และที่สำคัญ ครูควรสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้เกิดการอภิปรายอย่างสร้างสรรค์ (Constructive Criticism)

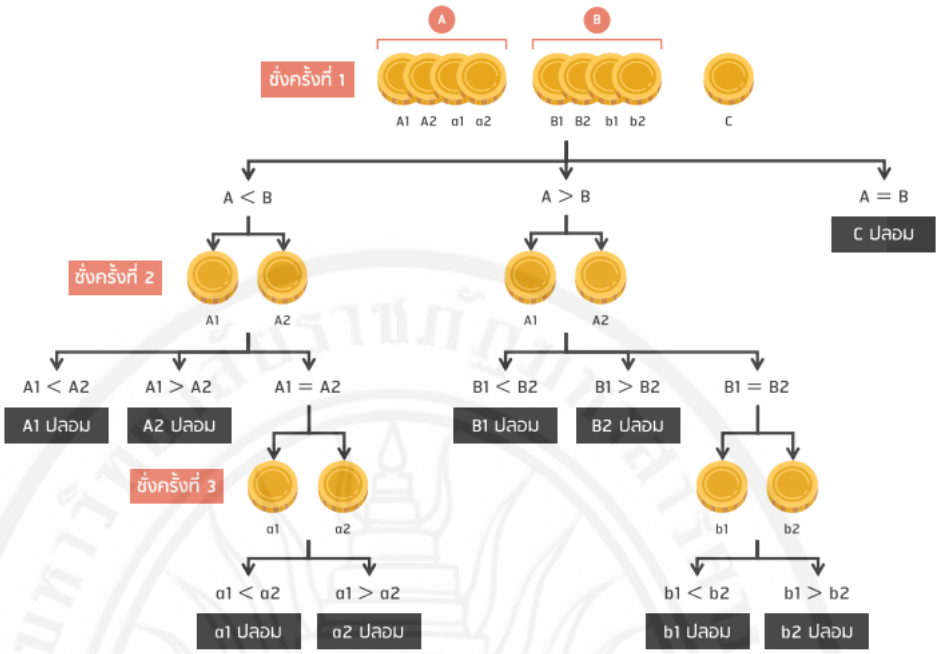
(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

R17	วิเคราะห์ความเหมือนและความแตกต่างระหว่างปัญหาทางคณิตศาสตร์กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหานั้น
	 จากรูปแสดงรอยเท้าที่เกิดจากการเดินของคน ๆ หนึ่ง กำหนดให้ ระยะการก้าวขา (P) วัดได้จากส้นเท้าของรอยเท้า 2 รอยที่อยู่ติดกัน สำหรับรอยเท้าผู้ชาย ความสัมพันธ์ระหว่างระยะการก้าวขากับความเร็วในการเดิน (n) สามารถแสดงได้ดังสูตร $\frac{n}{P}=140$ โดยที่ n = ความเร็วในการเดิน (ก้าว/นาที) P = ระยะการก้าวขา (เมตร) ถ้านำสูตรข้างต้นไปใช้ในการประมาณลักษณะการเดินของผู้ชายคนหนึ่ง โดยความเร็วในการเดินของผู้ชายคนนั้นเป็น 70 ก้าว/นาที ให้หาว่าผู้ชายคนนั้นมีระยะการก้าวขาเป็นเท่าไร จากสถานการณ์ข้างต้น ครูอาจชักชวนนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกับสถานการณ์จริงอย่างไรบ้าง ตัวอย่างของประเด็นที่ใช้ในการอภิปราย เช่น • เมื่อคำนวณตามสูตรในสถานการณ์ พบว่าได้ระยะการก้าวขาของผู้ชายคนนั้นเท่ากับ 0.5 เมตร หรือ 50 เซนติเมตร นักเรียนคิดว่าถ้าลองวัดระยะการก้าวขาจริงของผู้ชายคนนั้น จะมีค่าเท่ากับระยะการก้าวขาที่คำนวณได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
R18	อธิบายการทำงานของอัลกอริทึมที่ไม่ซับซ้อน รวมทั้งอธิบายการตรวจสอบและการแก้ไขข้อผิดพลาดอัลกอริทึมหรือโปรแกรม
	ครูกำหนดสถานการณ์ ให้มีเหรียญชนิดเดียวกันทั้งหมด 9 เหรียญ โดยมีเหรียญปลอมปะปนอยู่อยู่ 1 เหรียญ เหรียญปลอมจะมีน้ำหนักน้อยกว่าเหรียญจริง ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาวิธีการเพื่อหาเหรียญปลอม โดยมีตาชั่ง 2 แขน เพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบน้ำหนักของเหรียญ ดังนี้ ครูนำเสนอวิธีการชั่งเหรียญ 3 ขั้นตอน ดังแสดง

(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)



หลังจากพิจารณาวิธีการแล้ว ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าถ้าใช้วิธีการดังกล่าว จะมีโอกาสเจอเหรียญปลอมได้โดยใช้การชั่งกี่ครั้ง และนักเรียนจะสามารถดัดแปลงวิธีการเพื่อให้เจอเหรียญปลอมโดยใช้จำนวนครั้งที่ชั่งน้อยที่สุดได้หรือไม่อย่างไร

แนวคำตอบ: อาจแบ่งเป็นกรณีต่าง ๆ ดังนี้

กรณีที่ 1 [ชั่งครั้งที่ 1] ชั่ง A กับ B ถ้าน้ำหนักของ A < B แสดงว่ามีเหรียญปลอมปนอยู่ใน A

[ชั่งครั้งที่ 2] ชั่ง A1 กับ A2

กรณีที่ 1.1 ถ้า A1 < A2 แสดงว่า A1 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 2 ครั้ง)

กรณีที่ 1.2 ถ้า A1 > A2 แสดงว่า A2 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 2 ครั้ง)

กรณีที่ 1.3 ถ้า A1 = A2 แสดงว่า ทั้งสองเหรียญเป็นเหรียญจริง

[ชั่งครั้งที่ 3] ชั่ง a1 กับ a2

กรณีที่ 1.4 ถ้า a1 < a2 แสดงว่า a1 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 3 ครั้ง)

กรณีที่ 1.5 ถ้า a1 > a2 แสดงว่า a2 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 3 ครั้ง)

กรณีที่ 2 [ชั่งครั้งที่ 1] ชั่ง A กับ B ถ้าน้ำหนักของ A > B แสดงว่ามีเหรียญปลอมปนอยู่ใน B

[ชั่งครั้งที่ 2] ชั่ง B1 กับ B2

กรณีที่ 2.1 ถ้า B1 < B2 แสดงว่า B1 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 2 ครั้ง)

กรณีที่ 2.2 ถ้า B1 > B2 แสดงว่า B2 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 2 ครั้ง)

(ต่อ)

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

	กรณีที่ 2.3 ถ้า B1 = B2 แสดงว่า ทั้งสองเหรียญเป็นเหรียญจริง [ชั่งครั้งที่ 3] ชั่ง b1 กับ b2 กรณีที่ 2.4 ถ้า b1 < b2 แสดงว่า b1 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 3 ครั้ง) กรณีที่ 2.5 ถ้า b1 > a2 แสดงว่า b2 คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 3 ครั้ง) กรณีที่ 3 [ชั่งครั้งที่ 1] ชั่ง A กับ B น้ำหนักของ A = B แสดงว่า C คือ เหรียญปลอม (เจอเหรียญปลอมในการชั่ง 1 ครั้ง)

สรุปได้ว่า 1) สมรรถะการคิด/แปลงปัญหา คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาสถานการณ์และตัดสินใจนำกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทางและนำไปแก้ไขปัญหาผ่านการแปลงปัญหาจากสถานกรณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ กำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และใช้การแสดงแทนให้เหมาะสมกับบริบทโลกชีวิตจริง รวมถึงสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นได้อย่างสมเหตุสมผล 2) สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้แนวคิด หลักการ ข้อเท็จจริง วิธีดำเนินการ กระบวนการ และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคิด/แปลงปัญหามาแล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ รวมถึงการสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัญหา สร้างกฎเกณฑ์ ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ 3) สมรรถนะการตีความและประเมิน คือ ความสามารถของบุคคลในการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุป แล้วตีความภายใต้บริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปลความหมายผลลัพธ์หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับเข้าไปในบริบทของปัญหา และประเมินว่าผลลัพธ์เหล่านั้นสมเหตุสมผลกับบริบทนั้น ๆ หรือไม่ และ 4) สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล และนำเสนอข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อว่าเป็นไปได้อย่างตรงไปตรงมา ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อถือได้จะต้องเกิดจากการให้เหตุผลและการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม และสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การลงข้อสรุปนั้นจะต้องทำอย่างเป็นกลาง แม้จะไม่มีการตรวจสอบจากผู้อื่นก็ตาม

2.2.5 การพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2565, น. 32-38) ได้กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเน้นการประเมินตามสภาพจริงด้วยการวัด

และประเมินการปฏิบัติงานในสภาพที่เกิดขึ้นจริงหรือที่ใกล้เคียงกับสภาพจริง รวมทั้งการประเมินเกี่ยวกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเป็นผลจากการหลอมรวมความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือบริบทชีวิตจริง โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย จากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา ได้แก้ปัญหา สืบค้น และนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งแสดงออกทางการคิด ซึ่งการวัดประเมินผล ดังกล่าวมีจุดประสงค์สำคัญดังต่อไปนี้

1. เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและตัดสินผลการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ว่านักเรียนได้เรียนรู้ตามผลการเรียนรู้และเกิดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ เพื่อที่จะได้นำผลจากการตรวจสอบไปปรับปรุงและพัฒนานักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น

2. เพื่อวินิจฉัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การสืบค้น การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย การนำความรู้ไปใช้การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การควบคุมกระบวนการคิด และสมรรถนะเพื่อนำผลที่ได้จากการวินิจฉัยผู้เรียนไปใช้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อไป

3. เพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดทำข้อมูลสารสนเทศด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินที่ได้ในการสรุปผลการเรียนและเป็นข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่นักเรียนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องตามความเหมาะสม รวมทั้งนำข้อมูลสารเทศเหล่านั้นไปใช้วางแผนบริหารการจัดการศึกษาของสถานศึกษา

2.2.5.1 หลักการวัดผลและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงหลักการวัดผลและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2565, น. 32-33) ได้กล่าวว่า การวัดผลและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. การวัดผลและประเมินผลต้องทำอย่างต่อเนื่อง โดยใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ซึ่งการใช้คำถามที่เน้นการคิดจะทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันเองและระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอน ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ ครูผู้สอนยังสามารถใช้คำตอบของนักเรียนเป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจและพัฒนาการด้านสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อีกด้วย

2. การวัดผลและประเมินผลต้องสอดคล้องกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามที่หลักสูตร

สถานศึกษากำหนดไว้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนจะต้องกำหนดวิธีการวัดผลและประเมินผลที่หลากหลาย เพื่อใช้ตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ และต้องแจ้งผลการเรียนรู้และระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่คาดหวังให้นักเรียนทราบไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม เพื่อให้นักเรียนได้ปรับปรุงและพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

3. การวัดผลและประเมินผลต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมและใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ เพื่อให้ได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน เช่น เมื่อต้องการวัดผลและประเมินผลเพื่อตัดสินผลการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อาจใช้การทดสอบด้วยแบบทดสอบ เมื่อต้องการตรวจสอบพัฒนาการด้านสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านอาจใช้การทดสอบด้วยแบบทดสอบ การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยแบบสังเกตพฤติกรรม หรืออาจใช้ควบคู่กับวิธีการอื่น ๆ ร่วมด้วย ทั้งนี้ การใช้เครื่องมือวัดผลและประเมินผลที่มีคุณภาพ จะทำให้สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ ซึ่งจะทำให้ครูผู้สอนได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับนักเรียนอย่างครบถ้วนและตรงตามจุดประสงค์ของการวัดผลและประเมินผล อย่างไรก็ตาม ผู้สอนควรคำนึงว่าเครื่องมือวัดผลและประเมินผลที่ใช้เพื่อการประเมินตามจุดประสงค์หนึ่ง อาจไม่สามารถนำมาใช้ประเมินกับอีกจุดประสงค์หนึ่งได้

4. การวัดผลและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ใช้สะท้อนความรู้ความสามารถของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนมีข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนาสมรรถนะของตนเองให้ดีขึ้น ในขณะที่ครูผู้สอนสามารถนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งควรวัดผลและประเมินผลใน 3 ระยะ ได้แก่ ประเมินก่อนเรียน ประเมินระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน

สรุปได้ว่า หลักการวัดผลและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ 1) การวัดผลและประเมินผลต้องทำอย่างต่อเนื่อง โดยใช้คำถามที่เน้นการคิด ให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและส่งเสริมสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2) การวัดผลและประเมินผลต้องสอดคล้องกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ รวมทั้งสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังตามที่หลักสูตรสถานศึกษากำหนดไว้ 3) การวัดผลและประเมินผลต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมและใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ เพื่อให้ได้ข้อสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน และ 4) การวัดผลและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ใช้สะท้อนความรู้ความสามารถของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำข้อผิดพลาดไปปรับปรุงและพัฒนา อีกทั้งครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการวางแผนจัดการเรียนรู้ได้

2.2.5.2 เครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2565, น. 33-38) ได้กล่าวว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปมีที่มาได้ใน 3 ลักษณะ เช่นเดียวกับเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั่วไป คือ เครื่องมือมาตรฐานที่มีอยู่แล้ว เครื่องมือที่ได้จากการดัดแปลงหรือปรับปรุงจากเครื่องมือที่มีผู้สร้างไว้แล้ว และเครื่องมือที่สร้างขึ้นใหม่ ซึ่งผู้สอนสามารถจัดหาและใช้เครื่องมือได้ทั้งสามลักษณะตามความเหมาะสม แต่ต้องมั่นใจว่าเครื่องมือที่นำมาใช้นั้นมีคุณภาพและสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ สำหรับกรณีที่ผู้สอนต้องการสร้างเครื่องมือเพื่อวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ขึ้นเอง ควรศึกษาขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผน การวางแผนสร้างเครื่องมือในการวัดผลและประเมินผลเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากการวางแผนที่ดีจะช่วยให้สร้างเครื่องมือที่มีเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่เหมาะสมและอยู่ในกรอบของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพ ขั้นตอนในการวางแผนสร้างเครื่องมือวัดผลและประเมินสมรรถนะที่สำคัญ มีดังนี้

1.1 การศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ และกรอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ การศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ และกรอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ช่วยให้สามารถกำหนดกรอบแนวคิดของเนื้อหาสาระ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เหมาะสมในแต่ละระดับชั้นและระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสอดคล้องกัน เนื่องจากเนื้อหาสาระที่ปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้จะเหมาะสมกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์หรือการประยุกต์ใช้ที่แตกต่างกัน

1.2 การวิเคราะห์ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด การวิเคราะห์ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์จะทำให้ทราบถึงความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นจุดมุ่งหมายของการวัดและประเมิน การสร้างเครื่องมือจึงจำเป็นต้องระบุให้แน่ชัดว่าต้องการวัดในระดับใดจึงจะสามารถออกแบบและสร้างเครื่องมือได้อย่างเหมาะสม และยังช่วยอำนวยความสะดวกในการเลือกสมรรถนะย่อยที่สอดคล้องกัน ระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ จำแนกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ตารางที่ 2.2

1.3 การเลือกชนิดของเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือวัดผลและประเมินผลมีอยู่หลากหลาย การเลือกใช้เครื่องในลักษณะใดนั้น ขึ้นอยู่กับระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด ระดับชั้นของนักเรียน การนำไปใช้เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ตัวอย่างของเครื่องมือวัดผลและประเมินผลสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม แบบสัมภาษณ์ แบบวัดภาคปฏิบัติ และโครงงานคณิตศาสตร์ เป็นต้น การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมจะช่วยให้วัดในสิ่งที่ต้องการได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ซึ่งจะทำให้ผลการประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

1.4 การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด เป็นขั้นตอนที่ต้องทำก่อนลงมือสร้างเครื่องมือวัดผลและประเมินผล ทั้งนี้ เพื่อเป็นการกำหนดความสำคัญของเนื้อหาและจุดเน้นของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด เนื่องจากเนื้อหาในสาระการเรียนรู้ของแต่ละระดับชั้นมีความแตกต่างกันและครูผู้สอนอาจให้ความสำคัญของการวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านไม่เท่ากัน เช่น ในการสร้างแบบทดสอบอาจต้องกำหนดสัดส่วนของเนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรแล้วจึงออกแบบข้อสอบวัดประเมินสมรรถนะบนพื้นฐานของเนื้อหาดังกล่าว ผ่านการจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบที่ใช้วัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน ดังตัวอย่าง ตารางที่ 2.11 และตารางที่ 2.12 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.11 วิเคราะห์ข้อสอบตัวอย่างที่ 1

สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (ข้อสอบข้อที่)			รวมจำนวนข้อ
	FR	ER	IR	
.....	1, 2	3, 4	5	5
.....	6	7, 8, 9	10, 11	6
.....	12, 13, 14	15, 16, 17	18, 19, 20	9
รวมจำนวนข้อ	6	8	6	20

ตารางที่ 2.12 วิเคราะห์ข้อสอบตัวอย่างที่ 2

สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)	ข้อที่	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (ข้อสอบข้อที่)		
		FR	ER	IR
.....	1	✓	✓	
.....	2		✓	
.....	3	✓		✓
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
.....	20	✓	✓	✓

สำหรับการสร้างแบบประเมินหรือแบบสังเกตพฤติกรรมหากต้องการเน้นที่สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อาจกำหนดน้ำหนักความสำคัญของสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ สมรรถนะการตีความและประเมิน และสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็น 1, 1, 1 และ 2 ตามลำดับ เป็นต้น

2. ขั้นตอนการสร้าง หลังจากที่ได้วางแผนการสร้างเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ไว้ดีแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างหรือจัดทำเครื่องมือลักษณะต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การออกแบบเครื่องมือ การออกแบบเครื่องมือจะเริ่มต้นด้วยการสร้างเครื่องมือฉบับร่าง เป็นการออกแบบเครื่องมือที่ใช้วัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ออกแบบวิธีการตรวจและประเมิน รวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การประเมิน วิธีการให้คะแนน การออกแบบแบบบันทึกคะแนน และการกำหนดวิธีการแปลความหมายของคะแนนที่วัดได้ตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว โดยสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ต้องมีความเชื่อมโยงกับโลกจริงและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน (Relevance and Motivation) สถานการณ์ปัญหาต้องมีความซับซ้อนในการแก้ปัญหาที่เหมาะกับนักเรียน (Accessibility) สถานการณ์ปัญหาต้องเอื้อให้นักเรียนได้แสดงพฤติกรรม (Action) ในการแก้ปัญหาตามกระบวนการที่กำหนด (Feasibility of Approach)

2.2 การตรวจสอบคุณภาพ หลังจากที่ได้เครื่องมือฉบับร่าง ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในเบื้องต้นตามประเด็นที่ได้กำหนดไว้ และถ้าต้องการให้เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น จำเป็นต้องมีการนำเครื่องมือไปทดลองใช้ก่อน โดยการเลือกกลุ่มผู้เรียนที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มที่ใช้จริง คุณภาพของเครื่องมือมีหลายประการ เช่น ความตรง ความเชื่อมั่น (หรือความเที่ยง) ความยาก และอำนาจจำแนก รายละเอียดดังนี้

2.2.1 ความตรง (Validity) หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำหรือความตรงของเครื่องมือวัดในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด ความตรงเป็นการวัดคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายสำคัญของการนำเครื่องมือไปใช้ ในการสร้างเครื่องมือที่มีคุณภาพจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความตรง โดยเฉพาะความตรงตามเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาเนื้อหาและจุดประสงค์ของการใช้เครื่องมือนั้น ๆ

2.2.2 ความเชื่อมั่น (หรือความเที่ยง) (Reliability) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัดจากเครื่องมือชนิดเดียวกันที่ทำการวัดซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงผลเดิมมากที่สุด

2.2.3 ความยาก (Difficulty) หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนผู้ตอบถูกต่อจำนวนผู้ตอบทั้งหมด การหาค่าความยากเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเป็นรายข้อ ไม่ใช่เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมทั้งฉบับ

2.2.4 อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกกลุ่มผู้สอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเป็นรายข้อ ไม่ใช่เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมทั้งฉบับ เช่นเดียวกับการหาค่าความยาก

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือมีความแตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือเครื่องมือบางชนิดจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพทั้ง 4 ด้าน เช่น แบบทดสอบ บางชนิดตรวจสอบคุณภาพเพียง 3 ด้าน เช่น แบบสอบถามและแบบวัดเจตคติหรือแบบวัดคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้เรียนที่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า จำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพด้านความตรง ความเชื่อมั่นและอำนาจจำแนก บางชนิดตรวจสอบคุณภาพเพียง 2 ด้าน เช่น แบบสังเกตและแบบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องตรวจสอบคุณภาพด้านความตรง และความเชื่อมั่น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การจะยืนยันว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมานั้นมีคุณภาพ จำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพอย่างน้อย 2 ด้าน คือ ความตรงและความเชื่อมั่น

3. การจัดทำเครื่องมือวัดผลและประเมินผลที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้ หลังจากมีการหาคุณภาพของเครื่องมือจนได้ผลการตรวจสอบที่เป็นที่น่าพอใจแล้ว ผู้สร้างเครื่องมือควรให้ความสำคัญกับการจัดพิมพ์ ข้อความและสำนวนที่ใช้ในการอธิบายขั้นตอนหรือคำชี้แจงซึ่งควรมีความชัดเจนเป็นปรนัย รวมทั้งควรอธิบายการให้คะแนนและระยะเวลาที่ใช้ในการตอบ ซึ่งจะมีผลต่อความถูกต้องและความแม่นยำในการวัดของเครื่องมือชนิดนั้น ๆ อีกด้วย

สรุปได้ว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปมี 3 ลักษณะ ได้แก่ เครื่องมือมาตรฐานที่มีอยู่แล้ว เครื่องมือที่ได้จากการดัดแปลงหรือปรับปรุงจากเครื่องมือที่มีผู้สร้างไว้แล้ว และเครื่องมือที่สร้างขึ้นใหม่ ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือมี 2 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ 1) ขั้นตอนการวางแผน ซึ่งขั้นตอนการวางแผนจะเริ่มจากการศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้และกรอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด แล้วจึงเลือกชนิดของเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ และสุดท้ายกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด 2) ขั้นตอนการสร้างจะเริ่มจากการออกแบบเครื่องมือด้วยการสร้างเครื่องมือฉบับร่าง แล้วจึงทำการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือฉบับร่าง ได้แก่ ความตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก

2.2.6 การพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงการพัฒนาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2565, น. 56-60) กล่าวว่า หลังจากการออกแบบสถานการณ์ปัญหาโดยอิงบริบทในโลกชีวิตจริงเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนถัดไปที่สำคัญ คือ การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้น ซึ่งอาจสร้างเป็นแบบเกณฑ์รวมหรือแบบเกณฑ์ย่อยก็ได้ แต่อย่างไรก็ตาม ควรมีรายการประเมินที่ครอบคลุมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัดอย่างชัดเจน และสอดคล้องกับระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด ซึ่งการกำหนดจำนวนระดับคะแนนอาจพิจารณาจากความเหมาะสม ความถูกต้องความสมบูรณ์ ความครบถ้วน หรือความสมเหตุสมผลของการแสดงพฤติกรรมของสมรรถนะแต่ละด้าน เช่น กำหนดเป็น 3 ระดับ คือ 0 คะแนน 1 คะแนน และ 2 คะแนน แทนการแสดงพฤติกรรมไม่แสดง/ไม่ตอบ ตอบได้เพียงบางส่วน และตอบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด ตามลำดับ

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อยซึ่งกำหนดประเด็นการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ จากสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 ดังนี้

ตารางที่ 2.13 เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อยซึ่งกำหนดประเด็นการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)	1	2	- เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา
		1	- เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้แต่ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา
		0	- ไม่สามารถเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์/ไม่ตอบ
สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E)	1	2	- แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด
		1	- แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องหรือตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
		0	- ไม่แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และไม่ตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนด

(ต่อ)

ตารางที่ 2.13 (ต่อ)

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I)	1	2	- อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด
		1	- อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาหรือนำมาตีความได้ถูกต้องบางส่วน
		0	- ไม่สามารถอธิบายได้/ไม่ตอบ
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)	2	2	- บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาและบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล
		1	- บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาหรือบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล
		0	- ไม่บอกเหตุผล/ไม่ตอบ
รวม	5	8	คิดเป็นคะแนนเต็ม 10 คะแนน

จากเกณฑ์การให้คะแนนข้างต้นสามารถกำหนดวิธีการแปลระดับคะแนนเป็นระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เช่น

0-3 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง

4-7 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

8-10 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

สรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ แบบเกณฑ์ย่อยซึ่งกำหนดประเด็นการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 – 3 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง 4 – 7 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี 8 – 10 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

2.3 การจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา, 2566, น. 136-139) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนได้ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน เพื่อนำความรู้เดิมที่นักเรียนเรียนมาก่อนแล้วเป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ทั้งเป็นการเชื่อมโยงต่อความรู้เก่าและความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกันตลอด ทำให้นักเรียนเข้าใจเกิดความคิดรวบยอดหรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ แจ่มแจ้งยิ่งขึ้น โดยครูทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและเร้าความสนใจ เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมให้เนื้อหาที่จะเรียนต่อไปและแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้ร่วมกัน

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ในคาบเวลาหรือช่วงเวลานั้น ควรเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาของแต่ละบทแต่ละตอน การจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ของเนื้อหาใหม่ควรเริ่มด้วยการให้ประสบการณ์จากการใช้ของจริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เพื่อจัดประสบการณ์ให้คล้ายกับสภาพจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียนมากที่สุด ส่วนการให้เด็กมีส่วนร่วมในการใช้ของจริงอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับวิธีที่ครูเลือกมาใช้ เมื่อได้ใช้ของจริงแล้ว ครูก็สามารถใช้ของจำลองหรือภาพแทนของจริงที่สอนไปแล้วให้ได้ หลังจากใช้ภาพของจริงแล้ว ขั้นสุดท้ายคือการใช้สัญลักษณ์ เมื่อถึงขั้นนี้นักเรียนจะมองเห็นรูปร่างสิ่งของต่าง ๆ ที่ครูกล่าวถึง แต่นักเรียนสามารถนำประสบการณ์เดิมที่ได้จากของจริง ภาพ มาใช้ในการคิดคำนวณแก้ปัญหาโจทย์สัญลักษณ์ได้

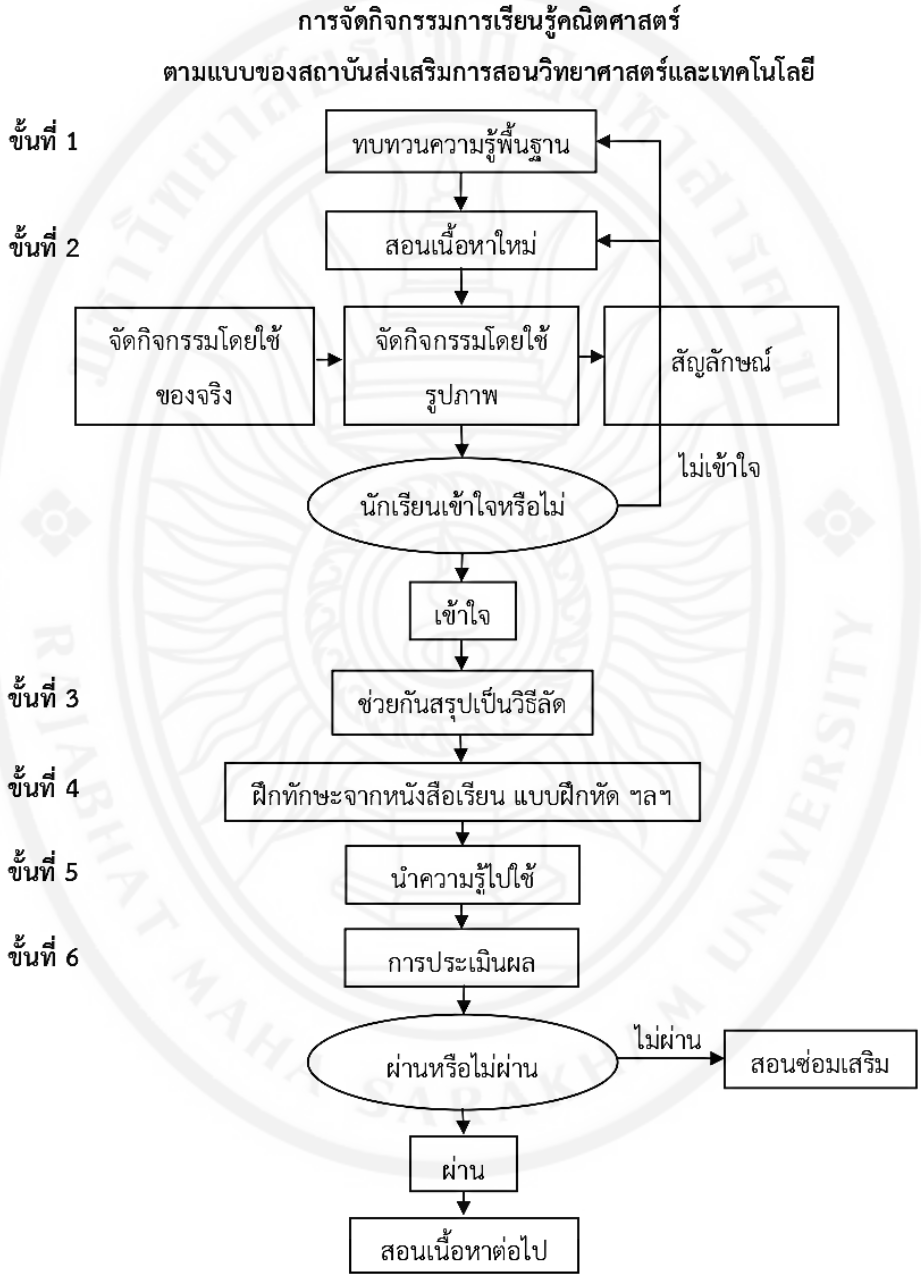
3. ขั้นสรุป เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาใหม่นั้นหรือไม่ ถ้านักเรียนเข้าใจแล้วในกรณีเนื้อหาใหม่นั้น มีวิธีคิดหลายวิธีและมีวิธีลัดในการคิดอยู่ด้วย ให้นักเรียนร่วมสรุป เป็นหลักการและสาระเนื้อหาเข้าสู่วิธีลัดด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ เพื่อนำไปใช้ในโอกาสต่อไป สำหรับนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจ ควรสอนซ่อมเสริมในเรื่องนั้นเพิ่มเติมให้ความสามารถทางสติปัญญาของเขา

4. ขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนสรุปเป็นหลักการได้แล้วนักเรียน ก็ให้ฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ อาจจะใช้แบบฝึกทักษะ/แบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น กิจกรรมหรือชิ้นงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ ตลอดจนแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตจริง และทดลองปฏิบัติจากสถานการณ์จำลอง เช่น การแก้โจทย์ปัญหา

6. ขั้นการประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้านักเรียนยังไม่บรรลุตามจุดประสงค์ก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริมก่อนเรียนเนื้อหาต่อไป มิฉะนั้นจะเป็นอุปสรรคในการเรียนเรื่องต่อไป โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผล จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระสำคัญของเรื่องที่จัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สรุปได้ดังแผนภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รามนรี นนทภา (2566, น. 139) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มี 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน เป็นการเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกันตลอด ทำให้นักเรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอดหรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ แจ่มแจ้งยิ่งขึ้น ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เริ่มด้วยการให้ประสบการณ์จากการใช้ของจริง หรือใช้ภาพแทนของจริงที่สอนไปแล้ว เป็นการใช้สัญลักษณ์ในการคิดคำนวณแก้ปัญหาโจทย์ทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป นักเรียนร่วมสรุปเป็นหลักการและสาระเนื้อหาเข้าสู่วิธีลัดด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ เป็นการฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และทดลองปฏิบัติจากสถานการณ์จำลอง และขั้นที่ 6 ขั้นการประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยนักเรียน ถ้านักเรียนยังไม่บรรลุตามจุดประสงค์ก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริมก่อนเรียนเนื้อหาต่อไป

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน นำความรู้เดิมที่นักเรียนเรียนมาก่อนแล้วเป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ทั้งเป็นการเชื่อมโยงต่อความรู้เก่าและความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกันตลอด ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ในคาบเวลาหรือช่วงเวลานั้น ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาใหม่นั้นหรือไม่ ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ให้นักเรียนฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ นำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และขั้นที่ 6 ขั้นวัดผลประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

2.4 เทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์

เทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์ ระบบซอฟต์แวร์ ระบบข้อมูล สารสนเทศ ระบบเครือข่าย ระบบโทรคมนาคม วิทยุและโทรทัศน์ ที่ใช้เพื่อการศึกษาขององค์กร หรือหน่วยงาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2554, น. 12) การใช้เทคโนโลยีในกระบวนการเรียนการสอนมีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในบริบทของชั้นเรียน โดยเปลี่ยนจากการที่ครูเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน (Teacher-centered Approach) มาเป็นการเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered Approach) โดยครูจะเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้สอน ผู้ถ่ายทอด ผู้ชี้นำ มาเป็นผู้ให้คำแนะนำ ผู้อำนวยความสะดวก ผู้ให้ความช่วยเหลือและผู้ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียน

สร้างองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเองและเต็มตามศักยภาพ (สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งอเมริกา (Nation Council of Teacher of Mathematics [NCTM], 2000, pp. 25-26)

2.4.1 พัฒนาการทางเทคโนโลยีและเทคโนโลยีสำหรับคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงพัฒนาการทางเทคโนโลยีและเทคโนโลยีสำหรับคณิตศาสตร์ ดังนี้

Paul Drijvers. (2010, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 243-245) พัฒนาการทางคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่ใช้ในองค์กรเพื่อประมวลผลข้อมูลจำนวนมากเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1942 ครั้งแรกในการคิดค้นเครื่องคิดเลขที่มีสี่ฟังก์ชันในปี ค.ศ. 1967 ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กในปี ค.ศ. 1978 และเครื่องคิดเลขกราฟิกในปี ค.ศ. 1985 คิดค้นโดย (Kelly, 2003, pp. 1037-1081) ทำให้เป็นที่ยอมรับในวงการนักคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ศึกษา ในการใช้เทคโนโลยี จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1960 เฟย์ (Fey) นักคณิตศาสตร์ ได้เริ่มศึกษาคณิตศาสตร์และพบว่าเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อาจมีผลกระทบต่อการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญด้านเนื้อหาและมีความสำคัญกับคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน และในระดับมหาวิทยาลัย

แอปพลิเคชันที่เก่าแก่ที่สุดสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเทคโนโลยีสมัยใหม่ในโรงเรียนที่สอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อส่งเสริมรูปแบบการใช้งานมากเป็นที่รู้จักกันดีในโครงการ The PLATO Project (Dugdale & Kibbey, 1980, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 89-112)

คลื่นเป็นวิธีทางเทคโนโลยีพื้นฐาน ในเฉพาะการเรียนเขียนโปรแกรมในรูปแบบพื้นฐานในการพัฒนาภาษาของการเขียนโปรแกรมนั้น จะอาศัย (Papert, 1980, p. 8) เรื่องที่เป็นประโยชน์ในคณิตศาสตร์ซึ่งมีที่มาจากทฤษฎีของเพียเจต์มาบูรณาการเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ของเด็กโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของเด็ก (Papert, 1970, p. 10) สำหรับอธิบายการเขียนโปรแกรมสำหรับเด็กและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เช่น แบบจำลอง "Turtle เต่า" ในคอมพิวเตอร์ในบทความเรื่องสิทธิเรียนในของการสอนเด็กให้เป็นนักคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกับการเรียนการสอนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เซย์มัวร์ ปาเปิร์ต (Seymour Paper) เป็นนักคณิตศาสตร์และนักการศึกษาที่สถาบันเอ็มไอที ผลงานของเซย์มัวร์ ปาเปิร์ต คือ ภาษาโลโก (LOGO) เพื่อให้เด็กเรียนรู้การเขียนโปรแกรม "ทำให้เด็กสามารถทำคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องการเขียนโปรแกรม (Papert, 1972, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 243-245)" การเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐานช่วยส่งเสริมการเขียนโปรแกรมขั้นพื้นฐานเพิ่มการฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Hatfield & Kieren, 1972, pp. 99-112) สำหรับนักเรียนที่อายุน้อยกว่าเกณฑ์จนถึงนักเรียนชั้นประถมศึกษาได้ (Shumway, 1984, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา, 2566, น. 243-245)

ในชุดที่ไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาในปี ค.ศ. 1970 ได้เพิ่มความสนใจในกิจกรรมการเขียนโปรแกรมและได้พัฒนาซอฟต์แวร์ชิ้นพิเศษขึ้นมา เครื่องมือซอฟแวร์บางอย่างถูกสร้างขึ้นมาเฉพาะสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (e.g., CABRI Geometry Developed by (Laborde, 1990, อ้างถึง รามนรี นนทภา (2566, น. 243-245) and Function Probe Developed by (Confrey, 1991, pp. 111-138) ในขณะที่คนอื่นนำมาปรับใช้ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ไมโครคอมพิวเตอร์และเครื่องคิดเลขกราฟิกช่วยพัฒนาในเรื่องของฟังก์ชันพีชคณิตและดอกเบี้ยและในรายการอื่น ๆ ที่สนใจตามจุดประสงค์คณิตศาสตร์ (Fey and Good, 1985, pp. 43-52, Heid, 1988, pp. 3-25, Schwartz et al, 1991, pp. 239-267, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 243-245) อย่างไรก็ตาม ในปี ค.ศ. 1990 เครื่องมือทางเทคโนโลยียังไม่เป็นที่แพร่หลายในห้องเรียนคณิตศาสตร์เพราะคุณภาพทางซอฟต์แวร์ไม่ได้มีความสมบูรณ์

เทียบกับที่กล่าวข้างต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีในการศึกษาคณิตศาสตร์จากปีที่ผ่าน ๆ มา ปี ค.ศ. 1960 ถึงปี ค.ศ. 1990 ได้มีการตรวจสอบคำถามเกี่ยวกับกรอบความคิดเชิงทฤษฎีถูกนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยเทคโนโลยีการศึกษาคณิตศาสตร์ในช่วงเวลาเดียวกันเริ่มกระบวนการปี ค.ศ. 1985 (ICMI Study On Technology) คณะกรรมาธิการระหว่างประเทศเกี่ยวกับการศึกษาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเทคโนโลยี

สรุปได้ว่า พัฒนาการของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เริ่มตั้งแต่คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ในปี 1942 ต่อมามีการคิดค้นเครื่องคิดเลขในปี 1967 และไมโครคอมพิวเตอร์ในปี 1978 ซึ่งช่วยส่งเสริมการเขียนโปรแกรมและการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเฉพาะ แม้ในช่วงปี 1990 เทคโนโลยียังไม่แพร่หลายในห้องเรียนเนื่องจากข้อจำกัดของซอฟต์แวร์ แต่เครื่องคิดเลขกราฟิกในปี 1985 ได้รับการยอมรับในวงการคณิตศาสตร์ ด้านงานวิจัย เฟย์ (Fey) เริ่มศึกษาผลกระทบของเทคโนโลยีต่อการศึกษาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ปี 1960 และโครงการ PLATO ถือเป็นแอปพลิเคชันแรก ๆ ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

2.4.2 การเกิดขึ้นของทฤษฎีบูรณาการเทคโนโลยีภายในคณิตศาสตรศึกษา

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงการเกิดขึ้นของทฤษฎีบูรณาการเทคโนโลยีภายในคณิตศาสตรศึกษา ดังนี้

รามนรี นนทภา (2566, น. 245-250) กล่าวว่า ในปี ค.ศ. 1985 (ICMI Study On Technology) คณะกรรมาธิการระหว่างประเทศเกี่ยวกับการเรียนที่จัดขึ้นที่เมือง Strasbourg ประเทศฝรั่งเศส กับรูปแบบที่ได้รับอิทธิพลการสอนคอมพิวเตอร์สารสนเทศที่ระดับมหาวิทยาลัยและ High School ในขณะที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ใจความสำคัญหลักอยู่ที่คำถาม โดยใช้การเลียนแบบกลุ่ม ซึ่งเป็นหัวข้อสำคัญของกระบวนการศึกษา (Howson & Kahane,

1986, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 245-250) สำหรับการอภิปรายของผู้เข้าร่วมกลุ่มการศึกษาทฤษฎีจำนวน

รูปแบบรายงานทั่วไปศึกษาเอกสารจากการสังเคราะห์และการพิจารณาอภิปรายโดยผู้รวบรวม Howson and Kahane เน้นบทบาทที่ว่าด้วยการรู้คณิตศาสตร์ในคอมพิวเตอร์ข้อเปรียบเทียบจากคอมพิวเตอร์กราฟิก เพื่อส่งเสริมการค้นหา การออกแบบซอฟต์แวร์ และการสำรวจแนวความคิด และการมีส่วนร่วมในการใช้งานของนักเรียนในการเรียนรู้ด้วยตัวเองผ่านการเขียนโปรแกรมแบบสั้น กิจกรรมการสำรวจและการค้นพบโดยเฉพาะ อย่างไรก็ตามไม่สามารถเน้นศักยภาพทางการศึกษาและความสามารถของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ดังนั้นการสร้างภาพ การออกแบบจำลองการเขียนโปรแกรม ยังไม่มีมุมมองที่ชัดเจนและยังไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างเป็นทางการ

การส่งเสริมเอกสารที่ได้รับการสนับสนุนเป็นชุดที่ 11 ได้รับการคัดเลือกจากการประชุมวิชาการในบทความส่วนใหญ่มีความหลากหลายรวมกัน โดยพิจารณาจากการทำงานร่วมกันระหว่างคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ และพิจารณาศักยภาพและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ได้มีการอภิปรายเกี่ยวกับทฤษฎีญาณวิทยาเกี่ยวกับบทความชุดที่ 11 ปัญหาและสมมติฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ทั่วไป การสร้างทฤษฎีและทฤษฎีเกี่ยวกับบทบาททางเทคโนโลยีการเรียนการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน โดยได้มีการบูรณาการเอา 7 อย่างที่ชัดเจนในเทคโนโลยีการศึกษาคณิตศาสตร์มีเป้าหมายจากผลการประชุมด้านการศึกษา (Burkhardt, 1986, p. 333-345) Remarked in His Paper: “(This is) A Conference for Conjectures”

ขณะที่ยังไม่ได้รับผลสะท้อนจากทาง ICMI ของบทความฉบับนี้ ทฤษฎีที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีและการใช้งานในการศึกษาคณิตศาสตร์ได้มีการพัฒนาในช่วงทศวรรษปี ค.ศ. 1980 ตัวอย่างแรกที่ออกมามักจะเป็นรูปแบบที่ช่วยให้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทการใช้เทคโนโลยีมากกว่าการใช้เครื่องมือในการวิจัยสำหรับการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ หรือสำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพที่เป็นไปได้ของการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และการเรียนการสอนเหล่านี้ เริ่มเน้นทฤษฎีเฉพาะที่เกี่ยวกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการศึกษา พวกเขามีความคุ้นเคยกับการวัดขนาดใหญ่โดยใช้เทคโนโลยี และเป็นปัญหากับรูปแบบการศึกษาคณิตศาสตร์ บางครั้งที่ทฤษฎีทางความคิดเกี่ยวกับประเภทของซอฟต์แวร์และไม่ได้เกี่ยวข้องกับทฤษฎีทั่วไปของการเรียนรู้ ขั้นแรกของทฤษฎีสรุปได้จากการใช้เครื่องมือที่มีลักษณะเด่น Tutor-Tool-Tutee แนวคิดเกี่ยวกับกล่องขาวกล่องดำตามแนวคิดของ Microworlds และ Constructionism และ Amplifier-Reorganize

จาก Scaffolding and Abstraction แนวคิดของ Webbing และตั้งเป็น Abstraction (Noss & Hoyles, 1996, pp. 22-30) อธิบายวิธีที่ได้นำความคิดเดิมของการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) จากการศึกษาโดยได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครองอย่างถูกต้อง เพื่อให้เด็กสามารถ

ประสบความสำเร็จ ในการพัฒนาตนเองอย่างใกล้ชิด ไม่ค่อยได้รับการสนับสนุนจากการการเข้าเรียนในกระบวนการเรียนรู้และได้พัฒนาคำอุปมาอุปมัยจาก Webbing อุปมานี้จะถือว่าใช้เวลานานเพียงพอสำหรับเข้าคำนวณการตั้งค่าบัญชีเปิดกว้างเช่นเดียวกับการควบคุมการใช้สิทธิโดยผู้เรียนสอดคล้องกับ Noss and Hoyles.ความคิดของ Webbing หมายถึงการถ่ายทอดการนำเสนอโครงสร้างที่ผู้เรียนสามารถวาดและเพื่อสร้างสำหรับการสนับสนุนในรูปแบบที่เลือกตามความเหมาะสม สำหรับบางคนใช้ความพยายามอย่างมากในการสร้างเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ แนวคิดของ Webbing มีการบูรณาการได้เป็นอย่างดีเน้นการเรียนรู้สถานการณ์เฉพาะหน้า

Noss and Hoyles ได้สร้างจากทฤษฎีนี้ต่อจาก (Brown et al., 1998, pp. 32-42) ที่ได้พัฒนาการเรียนรู้และสร้างความรู้ความเข้าใจ (Brown et al., 1998, p. 32) ชี้ให้เห็นว่า ญาณวิทยานั้นเริ่มต้นจากกิจกรรมและการรับรู้ ซึ่งเป็นสิ่งแรกที่มาก่อน เป็นการอ้างอิงปัญหาเกี่ยวกับมโนภาพการยอมรับโครงสร้างที่เป็นสถานการณ์ โดยไม่คำนึงถึงปัญหาการถ่ายโอน Noss & Hoyles เลือกหัวข้อการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามที่ยาก โดยให้นักเรียนสร้างเครือข่ายระหว่างคอมพิวเตอร์ขนาดกลางกับคณิตศาสตร์ นี่คือกระบวนการที่สร้างการเชื่อมต่อความสำคัญของคณิตศาสตร์และประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา Cul-de-sac ของสถานการณ์ถ่วงหน้าเป็นรายละเอียดเพิ่มเติมจากโครงสร้างของกระบวนการคิดรวบยอด

การคิดทางคณิตศาสตร์เป็นมากกว่านามธรรมจากการอ้างอิงและมุ่งเน้นความสัมพันธ์เกี่ยวกับการอ้างอิง การดำเนินการของ Noss and Hoyles ได้ตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดรวบยอด อธิบาขถึงวิธีการที่ผู้เรียน ได้สร้างการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวาด ภาพบน Webbing โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสดงภาพทางความคิดโดย" (Noss & Hoyles, 1996, p. 122) พบว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ได้รับการออกแบบในลักษณะทั่วไป สามารถแสดงการตั้งค่าองค์ประกอบสำคัญและการคำนวณ ดังนั้น Webbing และ Situated Abstraction เป็น Co-emergent ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Hershkowitz et al., 2001, pp. 195-222) ได้พยายามพัฒนาความคิดของ Situated Abstraction ต่อไป โดยได้กำหนดไว้ว่า ก่อนหน้านี้ได้จัดระเบียบโครงสร้างกิจกรรมทางคณิตศาสตร์และปรับโครงสร้างคณิตศาสตร์ใหม่ และมีการนำเสนอเกี่ยวญาณวิทยาที่ประกอบไปด้วยสามส่วนแบบไดนามิก โดยมีการสร้างการรับรู้และการสะสม อย่างไรก็ตามทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมของเทคโนโลยี (Hershkowitz et al., 2001, p. 222)

สิ่งที่น่าสนใจและมีความเกี่ยวข้องกับวิธีการดำเนินการ โดย Noss and Hoyles ได้เลือกแนวคิด 2 แนวคิด โดยรวบรวมจากทฤษฎีวรรณกรรมของการศึกษาคณิตศาสตร์ การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ทำหน้าในการเสริมต่อการเรียนรู้และกระบวนการการให้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยี เช่นเดียวกับการจุดประกายความรู้ความสามารถชื่อมโยงกับลักษณะ

ทางคณิตศาสตร์ รายงานนี้สนับสนุนการทดลองเกี่ยวกับทฤษฎีของพวกเขา พวกเขาได้อธิบายเกี่ยวกับการทำงานการสร้างแบบจำลองของนักเรียนสองคน แบบจำลองในสภาพแวดล้อมที่รูปทรงเรขาคณิตแบบไดนามิก สำหรับผู้ที่ใช้งานคอมพิวเตอร์ ทั้งสองได้รับการสนับสนุนสำหรับการพัฒนาความหมายใหม่ ๆ และวิธีการใหม่ ๆ (Noss & Hoyles, 1996, p. 126)

Cleo and Musha ทั้งสองอายุ 14 ปี ค.ศ. ทำการค้นหาลายเส้นกระจกของการสมมาตรของสองสถานะที่เป็นภาพสะท้อน แผนภาพที่ 27a แสดงให้เห็นถึงสองสถานะในแผนภาพที่ 27b มีสองคู่ที่สอดคล้องกันมีจุดสองจุดถูกลากให้ตรง ในแผนภาพที่ 27c โดยนักเรียนจะเริ่มลากจากแต่ละจุดจนกระทั่งได้รูปภาพที่เหมือนกัน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ สังเกตได้จากการวาดเส้นให้สมมาตรของคู่ทุกคู่ถูกลากจากจุดให้มารวมกัน

Noss and Hoyles นักเรียนผู้หญิงสองคนไม่รู้ว่าจะสร้างผลงานให้ออกมาอย่างไรถึงจะได้เส้นสมมาตรที่ต้องการ ดังนั้นพวกเขาจึงเริ่มลากวาดจุดตามลำดับ พัฒนาไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งพวกเขาได้กำหนดขอบเขตในความคิด โดยลากจากบนสุดเข้ามาหาล่างล่างสุดจนได้ภาพที่เป็นภาพธงชาติ นักเรียนได้ผลการวิจัยของพวกเขา คือลายเส้นกระจกเป็นสิ่งที่เห็นบนหน้าจอ โดยการลากจุดและการสะท้อนเข้าหากัน

ในส่วนของการคิดทางคณิตศาสตร์ของ Noss and Hoyles พวกเขาไม่รู้เกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

สรุปได้ว่า การประชุม ICMI ในปี 1985 ที่ฝรั่งเศส ได้เน้นบทบาทของคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมและมหาวิทยาลัย โดยมุ่งเน้นการใช้คอมพิวเตอร์กราฟิก การออกแบบซอฟต์แวร์เพื่อการค้นพบ และการเขียนโปรแกรมสั้นโดยผู้เรียน แม้จะมีการเน้นศักยภาพทางการศึกษาของเทคโนโลยี แต่ยังขาดหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ชัดเจน เอกสารในการประชุมพูดถึงความร่วมมือระหว่างคณิตศาสตร์กับเทคโนโลยี และเริ่มมีแนวทางทางทฤษฎีเกิดขึ้น แม้ในช่วงแรกจะเป็นเพียงการบรรยายบทบาทของเทคโนโลยีมากกว่าการพัฒนาเป็นเครื่องมือวิจัย ต่อมา Noss และ Hoyles ได้พัฒนาแนวคิด "Webbing" ซึ่งมองเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองผ่านสภาพแวดล้อมเฉพาะ พวกเขาเสนอว่าเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการสร้างแนวคิดนามธรรมและเป็นกุญแจในการเข้าใจการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะจากกรณีศึกษาของเด็กผู้หญิงสองคนที่แสดงให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่าง Webbing และการคิดเชิงนามธรรม

2.4.3 แนวคิดการใช้เทคโนโลยีช่วยการเรียนรู้

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงแนวคิดการใช้เทคโนโลยีช่วยการเรียนรู้ ดังนี้

รามนรี นนทภา (2566, น. 81-82) กล่าวว่าปัจจุบันทั่วโลกให้ความสำคัญกับการลงทุนทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology : ICT)

เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาประเทศ ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และการศึกษา จนเกิดความแตกต่างระหว่างประเทศที่มีความพร้อมทาง ICT กับประเทศที่ขาดแคลนที่เรียกว่า Digital Divide ในขณะเดียวกันประเทศทั่วโลกต่างมุ่งสร้างสังคมใหม่ให้เป็นสังคมที่ใช้ความรู้เป็นฐาน (Knowledge Based Society) จนเกิดความแตกต่างระหว่างสังคมที่สมบูรณ์ด้วยความรู้ กับสังคมที่ด้อยความรู้ที่เรียกว่า Knowledge Divide ในยุคของการปฏิรูปการศึกษา ต่างก็เร่งพัฒนาการศึกษาให้การศึกษาไปพัฒนาคุณภาพของคน เพื่อให้คนไปช่วยพัฒนาประเทศ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) จึงเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพสูงในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา เช่น ช่วยนำการศึกษาให้เข้าถึงประชาชน (Access) ส่งเสริมการเรียนรู้ต่อเนื่องนอกระบบโรงเรียนและการเรียนรู้ตามอัธยาศัย ช่วยจัดทำข้อมูลสารสนเทศเพื่อการบริหารและจัดการ ช่วยเพิ่มความรวดเร็วและแม่นยำในการจัดทำข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บรักษา และการเรียกใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ในงานจัดการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยการเรียนการสอน แต่การให้ความสนใจกับการใช้เทคโนโลยีช่วยการเรียนรู้ของผู้เรียนก็อาจหลงทางได้ ถ้าผู้บริหารสถานศึกษายึดถือการมีเทคโนโลยีเป็นจุดหมายปลายทางของการศึกษา แทนที่จะยึดถือผลการเรียนรู้เป็นจุดหมาย ปรากฏการณ์ของการหลงทางจะพบเห็นในการประชาสัมพันธ์ถึงความพร้อมทางระบบคอมพิวเตอร์ การมีเครือข่ายโยงเข้า Internet สะดวก ผู้เรียนเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีและมีโอกาสใช้ได้เต็มที่ แต่ในบางสถานศึกษาผู้เรียนอาจใช้เทคโนโลยีไม่คุ้มค่า ขาดเป้าหมายในการเรียนรู้สาระสำคัญตามหลักสูตรวิชาต่าง ๆ และขาดโอกาสในการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนากระบวนการทางปัญญาอย่างแท้จริง

รามนรี นนทภา (2566, น. 54-55) กล่าวว่า เทคโนโลยีเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้สำหรับการสอนและการคณิตศาสตร์ เทคโนโลยียังส่งเสริมการขยายขอบเขตเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สอนและยกระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เครื่องคิดเลข และเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่สนับสนุนในการจัดเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูล การรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล เทคโนโลยีเหล่านี้ มีศักยภาพในการคำนวณและเป็นเครื่องมือที่สะดวกหมาะสมช่วยในการคำนวณที่ถูกต้อง รวมทั้งการวาดภาพแบบไดนามิก และเป็นเครื่องมือเชิงกราฟิก นักเรียนสามารถขยายขอบเขตในการเรียนรู้คณิตศาสตร์และค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ การใช้เครื่องมือเกี่ยวกับเทคโนโลยีในบริบทของปัญหาที่น่าสนใจ ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกทางการเรียนรู้ระดับสูง ได้แก่ การสะท้อน (Reflection) การให้เหตุผล (Reasoning) การตั้งปัญหาใหม่ (Problem Posing) การแก้ปัญหา (Problem Solving) และการสร้างการตัดสินใจ (Decision Making) เทคโนโลยีเหล่านี้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ ถ้านำเข้าไปในโปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ครูจะต้องเตรียมความพร้อมในฐานะที่เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในการตัดสินใจ และการกำหนดว่าจะใช้เทคโนโลยีเมื่อไหร่ หรืออย่างไรถึงจะเกิดประโยชน์กับนักเรียนมากที่สุด การเปลี่ยนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจากครูมีความสำคัญ

มาเป็นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูจะต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้สอน ผู้ชี้นำ และเป็นผู้ถ่ายทอดมาเป็นผู้ให้คำแนะนำ ผู้อำนวยความสะดวก ช่วยส่งเสริมสนับสนุนผู้เรียน ให้ผู้เรียนลงมือเรียนรู้ และค้นพบความรู้จากสื่อ และแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อนำไปสร้างองค์ความรู้ (Knowledge Construction) ด้วยตัวของนักเรียนเองและการอธิบายเกี่ยวกับความรู้ และการเรียนรู้ในลักษณะของการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นไว้ 2 ลักษณะคือ ลักษณะที่หนึ่ง เป็นกิจกรรมการเรียนรู้โดยที่นักเรียนมีอิสระในการพิจารณา และควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ลักษณะที่สองอธิบายในส่วนคุณภาพของนักเรียน ความรู้จะถูกสร้างอย่างกระตือรือร้นด้วยตัวนักเรียน โดยนักเรียนจะใช้ความรู้ที่มีอยู่ของพวกเขา ไม่ได้เป็นการรับจากครูเพียงเท่านั้น มีข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับการเรียนรู้ของทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivist') ไว้ 3 ข้อ ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการของการสร้างความรู้ ไม่ใช่เรื่องการบันทึกความรู้
2. การเรียนรู้เป็นการอาศัยความรู้ คือการใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ในการสร้างความรู้ใหม่
3. นักเรียนตระหนักถึงกระบวนการเกี่ยวกับการรู้ และสามารถควบคุมและ กำหนดกระบวนการนั้น ๆ ซึ่งการตระหนัก หรือการรู้ถึงการรู้ของตัวเอง เป็นสิ่งที่มีความหมายต่อการเรียนรู้

NCTM (2000, pp. 25-26) กล่าวว่าเทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญสำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ และมีความจำเป็นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และยังมีอิทธิพลต่อการเพิ่มการเรียนรู้ของนักศึกษา นักศึกษาสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งถ้าใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังได้เสนอไว้ใน The Principle and Standards ว่าการเรียนรู้สามารถเพิ่มขึ้นได้โดยอาศัยเทคโนโลยี การสอนจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพราะครูสามารถใช้เทคโนโลยีในการเตรียมประสบการณ์ที่นอกเหนือจากที่ครูทำได้ เช่น การสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ การสร้างสถานการณ์จำลอง การจัดการเกี่ยวกับฟังก์ชัน ไม่ว่าจะเป็นเกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ซับซ้อน การให้เทคโนโลยีมีส่วนช่วยเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมให้มีความหมาะสมกับห้องเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง และสนับสนุนการเรียนรู้ของนักศึกษา 13 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549, น. 12) ได้เสนอว่า การทำความพยายามอย่างยิ่งในการทำผลของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมีการคำนึงถึงประโยชน์ของโปรแกรม สสวท.ซึ่งได้นำโปรแกรม GSP มาใช้ในโรงเรียนทั่วประเทศไทย ในการสอนการเรียนรู้เรขาคณิตมันยากสำหรับนักศึกษาที่จะเข้าใจเนื้อหาสาระพอ ๆ กันกลับยากที่จะพัฒนานำทักษะการให้เหตุผลการมองเห็นภาพตามความเป็นจริงการแก้ปัญหาในทางเรขาคณิต แต่การวิจัยพบว่าการบูรณาการ โปรแกรม GSP ในวิชาเรขาคณิตสามารถนำมาใช้ เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ โปรแกรม GSP สามารถทำให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์พอกันกับมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้น

สรุปได้ว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจ สังคม และการศึกษา แต่ก่อให้เกิดความเหลื่อมล้ำระหว่างประเทศที่มีและไม่มีความพร้อม

ทางเทคโนโลยี หรือที่เรียกว่า Digital Divide ในยุคการปฏิรูปการศึกษา ICT ถูกมองว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ โดยเฉพาะในวิชาคณิตศาสตร์ที่เทคโนโลยีช่วยให้การคำนวณแม่นยำ การวาดภาพแบบไดนามิก และการนำเสนอแนวคิดเชิงกราฟิก ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการเลือกและตัดสินใจใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน The Principles and Standards ยังระบุว่าเทคโนโลยีสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสอน โดยช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เช่น การสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือสถานการณ์จำลอง ซึ่งช่วยให้ห้องเรียนเป็นพื้นที่ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง

2.4.4 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 473-474) กล่าวถึงการใช้เทคโนโลยีในปัจจุบันว่าสถาบันส่งสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักในความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีช่วยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีเจตคติในการเรียนรู้ เรียนรู้อย่างมีความหมาย และเกิดการพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542

Moss (2000, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 473-474) กล่าวถึงการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ว่า การเรียนในสภาพแวดล้อมในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มีสื่อการใช้หลายสื่อ สำหรับการเรียนการสอนที่ใช้ในห้องเรียน การเรียนรู้สภาพแวดล้อมทางคอมพิวเตอร์ให้ตัวแทนสื่อกลางที่แตกต่างจากวัตถุดิบที่แน่นหนา แผนภูมิ หรือสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนลงบนกระดาษหรือตัวแทนทางด้านจิตใจก็สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไปในห้องเรียน ถ้าใช้ร่วมกันกับการใช้แบบฝึกหัด ประสบการณ์ทางด้านกายภาพ (ยกตัวอย่างเช่น การใช้ไม้บรรทัดและ โครงสร้างของเข็มทิศในกระดาษ) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการคาดเดา สามารถที่จะเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ทางด้านกายภาพและตัวแทนสื่อทางด้านจิตใจ

รามนรี นนทภา (2566, น. 474) กล่าวสรุปได้ว่า แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตรเป็นการเรียนในสภาพแวดล้อมในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มีสื่อการใช้หลายสื่อ สำหรับการเรียนการสอนที่ใช้ในห้องเรียน อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการคาดเดา สามารถที่จะเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ทางด้านกายภาพและตัวแทนสื่อทางด้านจิตใจ การใช้เทคโนโลยีการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered Approach) ให้ผู้เรียนมีเจตคติในการเรียนรู้ เกิดเรียนรู้อย่างมีความหมาย เกิดการพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

สรุปได้ว่า การใช้เทคโนโลยีในกระบวนการเรียนการสอนมีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในบริบทของชั้นเรียน โดยเปลี่ยนจากการที่ครูเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน (Teacher-centered Approach) มาเป็นการเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered Approach) เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีเจตคติในการเรียนรู้ เรียนรู้อย่างมีความหมาย และเกิดการพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542

2.4.5 แนวคิดในการเพิ่มคุณค่าของเทคโนโลยี

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงแนวคิดในการเพิ่มคุณค่าของเทคโนโลยี ดังนี้

นิภา แย้มวจี (2545; อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 471-472) ได้ให้แนวคิดในการเพิ่มคุณค่าของเทคโนโลยีที่ช่วยการเรียนรู้ ไว้ 2 ลักษณะ คือ

1. การใช้เทคโนโลยีพัฒนานำกระบวนการทางปัญญา กระบวนการทางปัญญา (Intellectual) คือกระบวนการที่มีองค์ประกอบสำคัญคือ

1.1 การรับรู้สิ่งเร้า (Stimulus)

1.2 การจำแนกสิ่งเร้าและจัดกลุ่มเป็นมโนทัศน์ (Concept)

1.3 การเชื่อมโยงมโนทัศน์เป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการ (Rule) ด้วยวิธีอุปนัย (Inductive)

1.4 การนำเอากฎเกณฑ์หรือหลักการ ไปประยุกต์ใช้วิธีนิรนัย (Deductive)

1.5 การสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ ๆ (Generalization)

ระบบคอมพิวเตอร์มีสมรรถนะสูงที่จะช่วยพัฒนานำผู้เรียนให้มีความฉลาดในกระบวนการทางปัญญานี้ โดยครูอาจจัดข้อมูลในเรื่องต่าง ๆ ในวิชาที่สอน ให้ผู้เรียนฝึกรับรู้แสวงหาข้อมูล นำมาวิเคราะห์ กำหนดเป็นแนวคิดรวบยอด และใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเสดงแผนผังมโนทัศน์ (Concept Map) โยงเป็นกฎเกณฑ์หลักการ ซึ่งผู้สอนสามารถจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนฝึกการนำเอากฎเกณฑ์และหลักการไปประยุกต์ จนสรุปเป็นองค์ความรู้อย่างมีเหตุผล บันทึกสะสมไว้เป็นคลังความรู้ของผู้เรียนต่อไป

2. การใช้เทคโนโลยีพัฒนานำความสามารถในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุดนั้น สามารถออกแบบแผนการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ตามหลักสูตร เรียนรู้ในเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ หรือใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) เพื่อแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วย ครูจะมีบทบาทสำคัญในการช่วยชี้แนะทิศทางของการเรียนรู้หรือแนะนำผู้เรียนให้มีความสามารถเพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่า แนวคิดในการเพิ่มคุณค่าของเทคโนโลยีที่ช่วยการเรียนรู้มี 2 ลักษณะ คือ 1) การใช้เทคโนโลยีพัฒนานำกระบวนการทางปัญญา โดยครูอาจจัดข้อมูลในเรื่องต่าง ๆ ในวิชาที่สอน ให้ผู้เรียน

ฝึกรับรู้แสวงหาข้อมูล นำมาวิเคราะห์ กำหนดเป็นแนวคิดรวบยอด และใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแสดงแผนผังมโนทัศน์ (Concept Map) โยงเป็นกฎเกณฑ์หลักการ และ 2) การใช้เทคโนโลยีพัฒนานำความสามารถในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สามารถออกแบบแผนการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ตามหลักสูตรและเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ

2.4.6 ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารดังนี้

รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) กล่าวว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หรือไอซีที (Information and Communication Technology : ICT) หรือในที่นี้หมายถึงการรวมตัวกันของเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology : IT) และเทคโนโลยีการสื่อสาร (Communication Technology : CT) เพื่อให้เกิดการนำข้อมูลข่าวสารมาจัดเก็บอย่างเป็นระบบหรือหมวดหมู่ เพื่อให้ทุกคนที่เข้าถึงสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) กล่าวถึง ICT ย่อมาจาก Information Communication Technologies หรือเทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อสารหมายถึงการรวมตัวของ เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) และเทคโนโลยีการสื่อสาร (ICT) เพื่อให้เกิดการนำข้อมูลข่าวสารมาจัดเก็บอย่างเป็นระบบและหมวดหมู่ เพื่อให้ทุกคนที่เข้าถึงสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ ซึ่งครอบคลุมถึงการรับส่ง แปลง จัดเก็บ ประมวลผลและกันคืนสารสนเทศ

I ย่อมาจากคำว่า Information คือระบบสารสนเทศ

C ย่อมาจากคำว่า Communication คือ การสื่อสาร

T ย่อมาจากคำว่า Technology คือ เทคโนโลยี ในที่นี้ คือ คอมพิวเตอร์

วาสนา สุขกระสานติ (2545, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) ได้ให้ความหมายว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ และระบบงานที่ช่วยให้ได้สารสนเทศตามที่ต้องการ โดยจะรวมถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งได้แก่เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องใช้สำนักงาน อุปกรณ์โทรคมนาคมต่าง ๆ รวมทั้งซอฟแวร์ทั้งแบบเรียนสำเร็จรูปและแบบพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานเฉพาะด้าน และรวมถึงกระบวนการในการนำเอาอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ข้างต้นมาใช้งานเพื่อรวบรวม จัดเก็บ ประมวลผล และแสดงผลลัพธ์เป็นสารสนเทศในรูปแบบต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) ได้ให้ความหมายของคำว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หมายถึง ฮาร์ดแวร์

ซอฟต์แวร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งช่วยให้สารสนเทศสามารถ เข้าถึงได้ ถูกประมวลผล จัดเก็บและเผยแพร่ได้อย่างสะดวก ช่วยให้เกิดการติดต่อสื่อสารอย่างรวดเร็ว ไม่ถูกจำกัดโดยเวลาและสถานที่

ชมรมพัฒนาความรู้ด้านระเบียบและกฎหมาย (2545, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) กล่าวถึง สารสนเทศ หมายถึง ข้อมูลที่ ได้ผ่านการประมวลหรือวิเคราะห์แล้วอยู่ในรูปแบบที่มีความหมายนำไปใช้ประกอบตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้ตามวัตถุประสงค์

ภาสกร เรืองรอง (2546, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศไว้ว่า หมายถึงการนำเทคโนโลยี ดิจิตอล เครื่องมือสื่อสารและหรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาใช้ในการประมวลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศเพื่อจัดเก็บอย่างเป็นระบบ สามารถเข้าถึงและสืบค้นนำมาใช้โดยสะดวก

กรรณิการ์ พิมพ์รส (2546, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) ให้ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศสื่อสารว่า เป็นเครื่องมือ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการสืบค้น จัดเก็บ เรียกใช้ ค้นหา ประมวลผล นำเสนอ แลกเปลี่ยน และเผยแพร่ สารสนเทศในรูปแบบ ข้อมูล ตัวอักษร ภาพ และเสียงได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยมีเทคโนโลยีที่สำคัญ ๆ หลายสาขา ได้แก่ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และข้อมูล และเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม ซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยีระบบโทรคมนาคม และเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ชัดเจนในปัจจุบัน คือ อินเตอร์เน็ตและทางด่วนสารสนเทศ

เพิลล์ แสงทรัพย์ทวี (2546, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) ให้ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารว่าหมายถึง การผสานระหว่างเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และฐานข้อมูล กับเทคโนโลยีการสื่อสาร ทั้งวิทยุ โทรทัศน์ โทรศัพท์ โทรภาพโทรสาร ดาวเทียม เคเบิลใยแก้ว เครื่องมือการสื่อสารอื่น ๆ เพื่อการจัดหา จัดการ ประมวล จัดเก็บ เรียกใช้ แลกเปลี่ยน และเผยแพร่สารสนเทศ ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ตัวเลข และตัวอักษรได้อย่างรวดเร็วด้วยเทคโนโลยีการสื่อสาร ดังนั้น เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1. ระบบสื่อสาร หมายถึง ระบบเครือข่ายโทรคมนาคมที่สามารถเชื่อมต่อกันได้
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสาร ได้แก่ วิทยุ โทรทัศน์ โทรสาร โทรศัพท์ เครื่องมือสื่อสารอื่น ๆ และคอมพิวเตอร์
3. ซอฟต์แวร์ที่ทำให้ระบบและอุปกรณ์ทำงานได้ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์บริการ สารสนเทศ และฐานข้อมูล

ถาวร อินทะแสง (2547, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) กล่าวว่าเทคโนโลยีสารสนเทศประกอบด้วยเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีการสื่อสาร โทรคมนาคม และเป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับกระบวนการ การดำเนินงานสารสนเทศ ตั้งแต่การแสวงหา การวิเคราะห์

การประมวลผล การจัดเก็บ การเรียกใช้ การแลกเปลี่ยนและเผยแพร่สารสนเทศด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบของภาพ เสียง ตัวอักษร หรือภาพเคลื่อนไหว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้อง ความแม่นยำและความรวดเร็วทัน ต่อการนำไปใช้ประโยชน์และสามารถเชื่อมต่อสารสนเทศถึงกันได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

กิดานันท์ มลิทอง (2548, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) กล่าวว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หมายถึง การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศเพื่อจัดเก็บอย่างเป็นระบบ สามารถเข้าถึงและสืบค้นนำมาใช้โดยสะ ดวก เป็นสื่อการนำเสนอสารสนเทศ รวมถึงการรับส่งสารสนเทศด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารความเร็วสูงเพื่อส่งผ่านสารสนเทศได้อย่างรวดเร็ว

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2554, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) ได้กล่าวไว้ใน ร่างพระราชบัญญัติสภาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารแห่งประเทศไทย ว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหมายถึง เทคโนโลยีที่มีคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมในการใช้งาน ทำงาน จัดการ ประมวลผล สร้าง จัดเก็บ เผยแพร่สารสนเทศและการสื่อสาร เรียกชื่อย่อว่า "ไอซีที"

เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology : IT) เรียกย่อว่า "ไอที" ประกอบด้วยคำว่า "เทคโนโลยี" และคำว่า "สารสนเทศ" นำมารวมกันเป็น "เทคโนโลยีสารสนเทศ" และคำว่าเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology : ICT) หรือเรียกย่อว่า "ไอซีที" ประกอบด้วยคำที่มีความหมาย

1. เทคโนโลยี (Technology) หมายถึง การนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ในการพัฒนาเครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ วิธีการหรือกระบวนการ เพื่อช่วยในการทำงานหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อบุคคล กลุ่มคน หรือองค์กร

2. สารสนเทศ (Information) หมายถึง ผลลัพธ์ที่เกิดจากการนำข้อมูลมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ อย่างมีระบบ จนได้สิ่งที่เป็นประโยชน์ มีคุณค่าและสาระ หรือมีเนื้อหาและรูปแบบที่เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้

3. เทคโนโลยีสารสนเทศ หมายถึง การนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ มาประยุกต์ใช้หรือจัดการกับสารสนเทศอย่างเป็นระบบและรวดเร็ว โดยอาศัยเทคโนโลยี ทางด้านคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อบุคคล กลุ่มบุคคล หรือองก์กร ทั้งนี้เทคโนโลยีสารสนเทศยังต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารและโทรคมนากม ซึ่งเป็นวิธีการที่จะส่งข้อมูลเพื่อการแลกเปลี่ยนหรือเผยแพร่ข้อมูลและสารสนเทศได้อย่างรวดเร็วทันต่อการใช้ประโยชน์ ผ่านอุปกรณ์สื่อสาร เช่น วิทยุ โทรศัพท์ เครื่องโทรสาร คอมพิวเตอร์ คลื่นวิทยุ และดาวเทียม ดังนั้นในปัจจุบัน เทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีการสื่อสารจึงมักใช้คู่กัน

4. เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารตาม (ร่าง) แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ฉบับที่ 3 ของประเทศไทย พ.ศ. 2557-2561 หมายถึง เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับข่าวสารข้อมูล และการสื่อสารนับตั้งแต่การสร้าง การนำมาวิเคราะห์หรือประมวลผล การรับและการส่งข้อมูล การจัดเก็บและการนำข้อมูลกลับไปใช้ใหม่ ตัวอย่างเช่น

4.1. การเรียนทางไกลผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์

4.2. การสั่งซื้อสิ้นค้าและชำระเงินด้วยบัตรเครดิตผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

4.3. การเบิกเงินด้วยบัตรเอทีเอ็ม

4.4. การส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์หรืออีเมล (Electronic Mail: e-mail)

ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information Communication Technology : ICT) มีความหมายกว้างครอบคลุมไปถึงสิ่งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม แล้วแต่มิติและรูปแบบการนำไปใช้ หรือจัดการ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2555, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) ได้ให้ความหมายของคำว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร รวมถึงการเชื่อมโยงกันเป็นเครือข่าย เช่น โทรคมนาคม เครือข่ายสื่อสาร เครือข่ายคอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเตอร์เน็ต เป็นต้น

กระทรวงศึกษาธิการนิวซีแลน (Misis try of Educations, New Zealand. 1998, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 82-87) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ไว้ว่า เป็นการผสานกันของเทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีการสื่อสาร ดังต่อไปนี้เทคโนโลยีสารสนเทศ คือ เครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นฮาร์ดแวร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นซอฟต์แวร์ ในการเข้าถึง แก้ไข เปลี่ยนแปลง จัดเก็บ จัดการ และเสนอข้อมูลโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ มีตัวอย่างคือ เครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นฮาร์ดแวร์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ เครื่องสแกนเนอร์ เครื่องฉายภาพนิ่ง เป็นต้น ส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็น ซอฟต์แวร์ ได้แก่ ฐานข้อมูล โปรแกรมคำสั่งด้านการคำนวณ โปรแกรมคำสั่งแบบสื่อประสม เป็นต้น เทคโนโลยีการสื่อสาร คือ เครื่องมือเครื่องใช้ที่เกี่ยวกับโทรคมนาคมการสื่อสารที่ทำให้ได้ข้อมูลโดยการกันหาและเข้าถึงได้ ได้แก่ เครื่องโทรสาร โทรศัพท์ และโมเด็ม เป็นต้น

รามนรี นนทภา (2566, น. 87) กล่าวสรุปได้ว่า ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นการผสานกันของเทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีการสื่อสาร เทคโนโลยีสารสนเทศ คือ เครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นฮาร์ดแวร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นซอฟต์แวร์ ในการเข้าถึง แก้ไข เปลี่ยนแปลง จัดเก็บ จัดการ และเสนอข้อมูลโดยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ตัวอย่างเครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นฮาร์ดแวร์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ เครื่องสแกนเนอร์ เครื่องฉายภาพนิ่ง เป็นต้น ส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เป็นซอฟต์แวร์ ได้แก่ ฐานข้อมูล โปรแกรมคำสั่งด้านการคำนวณ โปรแกรมคำสั่งแบบสื่อประสม เป็นต้น ส่วนเทคโนโลยีการสื่อสาร คือ เครื่องมือเครื่องใช้ที่เกี่ยวกับโทรคมนาคมการสื่อสาร

สรุปได้ว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หรือ ไอซีที (Information and Communication Technology : ICT) เป็นการนำเอาข้อมูลคอมพิวเตอร์ทุกรูปแบบเข้ามาใช้ร่วมกับเทคโนโลยีคมนาคม ข้อมูลดังกล่าวมีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ตัวเลขและตัวอักษร รวมทั้งการนำเทคโนโลยี ดิจิตอล เครื่องมือสื่อสารและหรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาใช้ในการประมวลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศเพื่อจัดเก็บอย่างเป็นระบบ สามารถเข้าถึงและสืบค้นนำมาใช้โดยสะดวก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้อง ความแม่นยำและความรวดเร็วทัน ต่อการนำไปใช้ประโยชน์และสามารถเชื่อมต่อสารสนเทศถึงกันได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

2.4.7 ความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 87-90) กล่าวถึง ความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารให้ความสำคัญในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ICT ว่าการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพมีศักยภาพสูงกว่าเครื่องมือเพื่อการสอนอื่น ๆ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้และมาตรฐานการศึกษาของผู้เรียนในวิชาต่าง ๆ จนทางโรงเรียนได้กำหนดเป็นนโยบายของโรงเรียนที่จะนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ไปใช้ในการเรียนการสอนและการบริหาร

กระทรวงศึกษาธิการ (2553, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 87-90) ได้กล่าวว่า ทิศทางของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสหัสวรรษใหม่ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านพลังงาน 2) ด้านสุขภาพและอาหาร และ 3) ด้านการติดต่อสื่อสาร และจากการสำรวจของสถาบันวิจัยระดับโลก พบว่าเทคโนโลยีสาขาใหม่ที่เกิดขึ้นสามารถจัดกลุ่มได้ 4 กลุ่มหลัก คือ 1) เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 2) เทคโนโลยีชีวภาพ 3) นาโนเทคโนโลยี และ 4) เทคโนโลยีวัสดุและเทคโนโลยีอื่น โดยทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีในภาพรวมจะเป็นไปใน 3 ลักษณะ คือ

1. เทคโนโลยีสาขาต่าง ๆ จะเชื่อมโยงกันมากขึ้นในลักษณะของสหสาขาวิทยาการ
2. เทคโนโลยีในแต่ละสาขาจะแตกแขนงในเชิงลึกมากขึ้นเพื่อสร้างความรู้ใหม่
3. เทคโนโลยีจะเป็นเครื่องมือในการเข้าถึงความรู้ ซึ่งถ้วนแล้วแต่มีผลกระทบต่อวิถีชีวิตและการเรียนรู้ของมนุษย์มากขึ้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2554, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 87-90) ได้กล่าวว่า แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่สามารถประยุกต์เข้ากับพันธกิจของกระทรวงศึกษาธิการได้นั้น จะเป็นภาพรวมของกระบวนการการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาอย่างเป็นระบบ โดยผ่านการกำหนดวิสัยทัศน์ พันธกิจ ยุทธศาสตร์ และมาตรการสำคัญ ที่ส่งผลกระทบ

ต่อการประยุกต์ใช้ เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์สื่อสารโทรคมนาคม ระบบการเชื่อมโยงเครือข่าย ระบบงาน บุคลากร ตลอดจนถึงข้อมูลต่าง ๆ จนกลายเป็นสารสนเทศเพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยสนับสนุนการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ การบูรณาการสารสนเทศเพื่อการศึกษา นอกจากจะมีความสำคัญโดยตรงต่อการเรียนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการแล้ว ยังเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการ ในภาพรวมของประเทศไทย โดยเริ่มตั้งแต่การส่งต่อข้อมูลระหว่างสถานศึกษา ระหว่างองค์กรหลัก ระหว่างหน่วยงานในสังกัดและในกำกับ เช่น การส่งต่อข้อมูลนักเรียนระหว่างโรงเรียนจนถึงมหาวิทยาลัย ซึ่งจะช่วยให้สถานศึกษามีข้อมูลที่สามารถสืบต้นข้อนหลังได้ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังสามารถนำข้อมูลด้านการศึกษาไปประยุกต์ใช้ต่อยอดได้อย่างสะดวกร่วมกับหน่วยงานของกระทรวงอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวาง กลายเป็นภาพรวมข้อมูลพื้นฐานสำคัญของประเทศไทย เช่น จำนวนผู้สำเร็จการศึกษาในแต่ละปี จะเป็นข้อมูลจำนวนแรงงานของกระทรวงแรงงาน เป็นต้น

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2555, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 87-90) กล่าวว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจะเป็นสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญด้วยทักษะและความรู้ความสามารถในด้านนี้จะกลายเป็นความต้องการขั้นพื้นฐานของทุกตำแหน่งงานทั้งภาครัฐและเอกชน โครงสร้างการผลิตเปลี่ยนจากการใช้แรงงานเข้มข้น เป็นการใช้องค์ความรู้และเทคโนโลยีมากขึ้น การพัฒนาคนมุ่งสร้างให้มีความรู้ ทักษะ และความชำนาญ ควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยี ประเทศที่พัฒนาเทคโนโลยีได้ช้าจะไม่สามารถแข่งขันกับประเทศอื่น การเข้าถึงเทคโนโลยีที่ไม่เท่าเทียมกันของกลุ่มคนในสังคม ทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำในการพัฒนา จึงเป็นที่มาซึ่งทำให้แม้แต่วงการศึกษา นอกจากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจะถูกใช้เป็นเครื่องมือในสร้างคนรุ่นใหม่ที่มีศักยภาพสูง สามารถแข่งขันกับนานาประเทศได้แล้ว ยังถูกนำไปใช้เพิ่มโอกาสทางการศึกษา พัฒนาคนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตอีกด้วย

เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication Technology) หรือคำย่อที่รู้จักทั่วไปว่า ไอซีที (ICT) เป็นเทคโนโลยีที่มีผลกระทบอย่างมาก ทั้งในด้านการดำรงชีวิต การศึกษา สังคม เศรษฐกิจ และอื่น ๆ อีกทั้งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสังคม การทำงาน ผลผลิตเพิ่มขึ้น การปฏิบัติงานมีความรวดเร็ว ถูกต้อง ประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น คอมพิวเตอร์และระบบสื่อสารช่วยทำให้เกิดระบบอัตโนมัติ ทำให้การทำงานและบริหาร จัดการมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้รูปแบบการบริการมีความรวดเร็วสะดวกสบายมากขึ้น ทุกคนมีโอกาสเข้าถึงข้อมูลข่าวสารอย่างทั่วถึงและทัดเทียม เป็นการสร้างโอกาสทางการศึกษาและสังคม สร้างภาพพน์ขององค์กรแนวหน้าที่ก้าวหน้าทันสมัย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับ 1) เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการกับข้อมูลสารสนเทศ ตั้งแต่การเข้าถึงข้อมูล การจัดเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำกับข้อมูล การแปลความหมายและประมวลผลข้อมูล การแสดงผลข้อมูล การประเมินผลข้อมูล จนกระทั่งการสร้างข้อมูลขึ้นมาใหม่ จึงเป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

และคอมพิวเตอร์ (Electronic and Computer Technology) และ 2) เทคโนโลยีการสื่อสาร (Communication Technology) หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร รวมถึงการเชื่อมโยงกันเป็นเครือข่าย เช่น โทรคมนาคม เครือข่ายสื่อสาร เครือข่ายคอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น (ETS, 2002, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 87-90)

รามนรี นนทภา (2566, น. 90) กล่าวสรุปได้ว่า ความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษามีความสำคัญ เนื่องจากการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพมีศักยภาพสูงกว่าเครื่องมือเพื่อการสอนอื่น ๆ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้และมาตรฐานการศึกษาของผู้เรียนในวิชาต่าง ๆ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือ เพื่อให้นำไปสู่การผลิต การเข้าถึง การแพร่กระจายความรู้ให้แก่เด็ก เยาวชน และประชาชนได้เรียนรู้อย่างถูกต้องเหมาะสม จึงสนับสนุนให้มีการใช้คอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ตในการเรียนการสอนและการบริหารจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจะถูกใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างคนรุ่นใหม่ที่มีศักยภาพสูง สามารถแข่งขันกับนานาประเทศได้และนำไปใช้เพิ่มโอกาสทางการศึกษา พัฒนาคนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้

สรุปได้ว่า ในยุคปัจจุบัน หลายประเทศมุ่งพัฒนาไปสู่เศรษฐกิจและสังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) มาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการเข้าถึง สร้าง และเผยแพร่ความรู้ให้แก่ประชาชนทุกช่วงวัย ส่งเสริมการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตในการเรียนการสอนและการบริหารจัดการอย่างแพร่หลาย ทักษะด้าน ICT จึงกลายเป็นความจำเป็นพื้นฐานในทุกสายงาน ทั้งภาครัฐและเอกชน ประเทศที่พัฒนาเทคโนโลยีได้ล่าช้าอาจเสียเปรียบในการแข่งขันระดับโลก ขณะที่การใช้ ICT ยังช่วยสร้างคนรุ่นใหม่ที่มีศักยภาพสูง เพิ่มโอกาสทางการศึกษา และส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน

2.4.8 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ดังนี้

รามนรี นนทภา (2566, น. 90-93) กล่าวว่าในอดีตที่ผ่านมาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีแนวคิดมาจาก เทคโนโลยี คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีการสื่อสาร และเครือข่ายข้อมูลดิจิตอลซึ่งเป็นระยะของการพัฒนาใหม่ล่าสุด แต่ยังมีโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม โทรศัพท์ และอื่น ๆ เนื่องจากแนวโน้มของการผสมผสานกันของเทคโนโลยียังไม่หยุด แต่ในการวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ การใช้อินเทอร์เน็ตในโรงเรียนรวมถึงการใช้ของผู้บริหาร ครู และนักเรียน

ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการปฏิรูปการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และมีการเปลี่ยนบทบาทของผู้เรียนจากการเป็นผู้รับเพียงฝ่ายเดียวมาเป็นผู้เรียนที่มีความกระตือรือร้นในการสืบค้นสารสนเทศ สนใจในการสำรวจ ค้นหา และแสวงหาแนวทาง

แก้ปัญหาในการเรียนรู้ รวมถึงการมีส่วนร่วมในการเรียนขณะเดียวกันผู้สอนก็มีบทบาทจากการเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน มาเป็นผู้คอยชี้แนะ ผู้สนับสนุนให้ความร่วมมือ และบางครั้งจะเป็นผู้เรียนรู้ร่วมไปกันผู้เรียนด้วย

กิดานันท์ มลิทอง (2548, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 90-93) ได้กล่าวถึงรูปแบบของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการเรียนการสอน ประกอบไปด้วย การเข้าถึงข้อมูล การเตรียมการสอน การให้การบ้าน การติดต่อสื่อสาร การประมวลผลข้อมูล การพัฒนาตนเอง และบูรณาการในกระบวนการเรียนการสอน

Plomp, Pelgrum and Law (2007, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 90-93) ได้เสนอกรอบแนวคิดในเรื่องของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนการสอนว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอยู่ 4 ประการ ได้แก่ 1) วิสัยทัศน์ของการศึกษาหรือกระบวนการเรียนการสอน 2) ความรู้และทักษะของผู้สอน 3) ความพร้อมของซอฟต์แวร์เนื้อหา และ 4) โครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนการสอนยังมีปัจจัยภายนอกที่ส่งผล คือ นโยบาย ชุมชน และผู้ปกครอง

Voogt and Pelgrum (2005, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 90-93) ได้เสนอปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และ การสื่อสารในการเรียนการสอนว่ามีอยู่ 5 ด้าน ได้แก่ 1) การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพภายในโรงเรียน 2) การพัฒนากวามเป็นผู้นำของโรงเรียน 3) กระบวนการประเมินผล 4) การใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารของผู้บริหารเพื่อสื่อสารและบริหารจัดการ และ 5) แรงจูงใจในการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการเรียนการสอน

รามนรี นนทภา (2566, น. 93) กล่าวสรุปได้ว่า การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษามีศักยภาพ ครอบคลุมการใช้งานเพื่อการศึกษาที่สำคัญ 3 ด้าน คือ 1) เป็นเครื่องมือติดต่อสื่อสาร 2) เป็นเครื่องมือค้นคว้าและเข้าถึงแหล่งสารสนเทศ 3) เป็นเครื่องมือสร้างสรรค์โครงงาน ซึ่งเป็นศักยภาพที่สำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนการสอนว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอยู่ อยู่ 4 ประการ คือ 1) วิสัยทัศน์ของการศึกษาหรือกระบวนการเรียนการสอน 2) ความรู้และทักษะของผู้สอน 3) ความพร้อมของซอฟต์แวร์เนื้อหา 4) โครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนการสอนยังมีปัจจัยภายนอกที่ส่งผล คือ นโยบาย ชุมชน และผู้ปกครอง และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนการสอนว่ามีอยู่ 5 ด้าน ได้แก่ 1) การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพภายในโรงเรียน 2) การพัฒนาความเป็นผู้นำของโรงเรียน 3) กระบวนการประเมินผล 4) การใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารของผู้บริหารเพื่อสื่อสารและบริหารจัดการ และ 5) แรงจูงใจในการเปลี่ยนแปลง

สรุปได้ว่า ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการปฏิรูปการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะ ผู้สนับสนุนให้ความร่วมมือ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีศักยภาพ

ครอบคลุมการใช้งานเพื่อการศึกษาที่สำคัญใน 3 ด้าน คือ 1) เป็นเครื่องมือติดต่อสื่อสาร การพูดคุย สนทนา 2) เป็นเครื่องมือค้นคว้าและเข้าถึงแหล่งสารสนเทศ และ 3) เป็นเครื่องมือสร้างสรรค์โครงงาน รูปแบบของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการเรียนการสอน ประกอบไปด้วย การเข้าถึงข้อมูล การเตรียมการสอน การให้การบ้าน การติดต่อสื่อสาร การประมวลผลข้อมูล การพัฒนาตนเอง และบูรณาการในกระบวนการเรียนการสอน

2.4.9 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการศึกษา

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการศึกษา ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 93-99) กล่าวว่าเมื่อพิจารณาถึงแนวคิดการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาในระดับโรงเรียน สามารถแบ่งลักษณะการใช้ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การบริหาร การจัดการเรียนการสอนและการพัฒนาการเรียนรู้

1. การบริหารจัดการ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในการบริหารงานโรงเรียน ปัจจุบันมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ผู้บริหารและบุคลากรมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลสารสนเทศสำหรับการบริหารตลอดเวลา จึงต้องนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้แต่ละงานต้องมีโปรแกรม Management Information System (MS) มาช่วยในการปฏิบัติงานโปรแกรมนี้จะเกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลต่าง ๆ ในโรงเรียน ได้แก่ ครู อาจารย์ นักเรียน บุคลากร สนับสนุนการสอนรวมทั้งระเบียบ ปฏิบัติงานแบบฟอร์มต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง ทันเวลา

คอมพิวเตอร์ ได้ถูกนำมาใช้ในวงการศึกษา โดยนำมาใช้ในการบริหาร (Administrative Use) แยกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้บริหารสถานศึกษาจะใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานต่าง ๆ เช่น การจัดเก็บ บันทึกข้อมูล การจัดทำฐานข้อมูล การคิดคะแนน จัดทำทะเบียน บุคลากร ทะเบียนวัสดุ ครุภัณฑ์ จัดทำบัญชีเงินเดือน จัดทำตารางสอน การเก็บบันทึกข้อมูล เพื่อใช้ในงานปกครองนักเรียน ฯลฯ และส่วนของครูผู้สอน ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน การเขียนรายงานโดยใช้โปรแกรมประมวลคำ (Word Processing) การคิดคำนวณ เช่น การตรวจและการรวบรวมคะแนน อาจใช้โปแกรมประเภทตารางคำนวณ (Spreadsheet) การใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการ (Computer Managed Instruction : CMI) วิเคราะห์ความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละบุคคล หรืออาจใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับสื่อประเภทอื่น ๆ เพื่อจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2543, น. 48)

ในการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการบริหารงานให้ครอบคลุมงานด้านต่าง ๆ ในโรงเรียน สามารถจำแนกได้ 5 งานได้แก่ 1) งานบุคลากร 2) งานวิชาการ 3) งานปกครอง 4) งานธุรการและการเงิน และ 5. งานสัมพันธ์ชุมชน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544, น. 17)

2. การจัดการเรียนการสอน ในการจัดการศึกษา หากนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม จะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากมาย ซึ่งผู้บริหารจะต้องสนับสนุนอย่างจริงจัง การนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน สามารถทำได้หลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์การใช้ เริ่มตั้งแต่การใช้ในการเตรียมการสอน การใช้เป็นเครื่องมือทางการสอน การใช้เป็นสื่อเสริมการสอน การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการจัดการเรียนการสอนบนระบบเครือข่าย สร้างและการใช้แหล่งเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ภายในโรงเรียนและที่มีอยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544, น. 18)

การเตรียมการสอน เป็นการจัดสร้างเอกสารและสื่อต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับจัดการเรียนการสอน เช่น การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดเตรียมเอกสารประกอบการสอน ได้แก่ การสร้างใบงาน ใบความรู้ แบบทดสอบ การสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรมประเภทการนำเสนอ (Presentation) หรือนำเสนอบทเรียนบนอินเทอร์เน็ตในรูปแบบเว็บเพจ การสร้างเทคโนโลยีสื่อผสม (Multimedia) ที่มีการแสดงข้อมูล ข้อความ ภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียง ซึ่งสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้

ในกรณีที่ขาดแคลนครูผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญในแต่ละวิชา สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นสื่อสอนแทนครู ซึ่งอาจใช้วิธีการถ่ายทอดการสอนผ่านโทรทัศน์ วงจรปิดไปยังห้องเรียนต่าง ๆ หรือบันทึกการสอนในแถบบันทึกภาพเพื่อนำไปให้นักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติม นอกจากนี้ยังสามารถจัดเป็นแหล่งเรียนรู้ โดยครูรวบรวมสื่อการเรียนการสอน หรือบันทึกรายการโทรทัศน์ บทเรียนต่าง ๆ ไว้ในแถบบันทึกภาพ วีซีดี หรือดีวีดี เพื่อให้นักเรียนยืมนำไปศึกษาหรือทบทวน เสริมความรู้ นอกเหนือจากเวลาเรียน (กิดานันท์ มลิทอง, 2543, น. 49)

ในการจัดการเรียนการสอน อุปกรณ์หรือเครื่องมือทางการสอน นับว่ามีความสำคัญ เพราะจะช่วยให้ครูถ่ายทอดความรู้ได้ดี นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายและมากขึ้นโดยครูวางแผนนำอุปกรณ์มาร่วมในกระบวนการเรียนการสอน เช่น การใช้เครื่องโทรทัศน์ร่วมกับสื่ออื่น ๆ ในการสอน การใช้รายการโทรทัศน์ที่ตรงกับเนื้อหาบทเรียน การใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอบทเรียนในรูปแบบต่าง ๆ การใช้กล้องโทรทัศน์ถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ เพื่อขยายภาพที่มีขนาดเล็กทำให้เห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้นในห้องปฏิบัติการ (ณรงค์ สมพงษ์, 2543, น. 35)

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยหรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) เป็นการนำคำอธิบายบทเรียนมาบรรจุไว้ในคอมพิวเตอร์ แล้วนำบทเรียนนั้นมาแสดงแก่ผู้เรียน เมื่อผู้เรียนอ่านคำอธิบายนั้น แล้วคอมพิวเตอร์จะทดสอบความเข้าใจว่าถูกต้องหรือไม่ หากไม่ถูกต้อง ก็จะมีวิธีการอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมให้เข้าใจมากขึ้นในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้พัฒนาให้ใช้สื่อผสม ภาพเคลื่อนไหวและใช้เทกนิคต่าง ๆ ทำให้น่าสนใจผู้เรียนสามารถโต้ตอบ

กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนของครูและนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนปกติ คอมพิวเตอร์สามารถในการตอบสนองข้อมูลที่นักเรียนป้อนเข้าไปได้ทันทีซึ่งเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียนด้วย (ครรชิต มาลัยวงศ์ และคณะ, 2544, น. 22)

การจัดทำระบบอินทราเน็ต (Intranet) เพื่อใช้งานบนระบบเครือข่ายภายใน (Local Area Network) ทำให้สามารถใช้ข้อมูล ภาพ เสียง จดหมายอิเล็กทรอนิกส์และทรัพยากรร่วมกัน ทำให้เกิดแนวคิดในการนำอินทราเน็ตไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยครูต้องเตรียมสื่อต่าง ๆ เช่น ใบความรู้ ใบงาน แบบทดสอบ ให้ผู้เรียน ได้รับการเรียนรู้ จัดสิ่งแวดล้อมทางการสื่อสารที่ทำให้สามารถเชื่อมโยงถึงกัน ผู้เรียนใช้ข้อมูลความรู้ที่เป็นทั้งภาพและตัวอักษรและส่งข้อมูลป้อนกลับไปถึงครูผู้สอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 16)

วิธีการที่จะพัฒนากระบวนการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จะต้องนำระบบเครือข่ายภายในไปเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ครูและนักเรียนมีโอกาสใช้เครือข่ายเสาะแสวงหาความรู้และใช้ปริการต่าง ๆ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลและความคิดเห็นหรือกระดานข่าว การสนทนาในข่ายงาน บริการค้นหาและแสดงข้อมูลผ่านเครือข่ายใยแมงมุม ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษามากขึ้น

การที่จะใช้อินเทอร์เน็ตให้ประสบผลสำเร็จในโรงเรียนได้นั้นกลุ่มครูและนักเรียนจะเป็นกลุ่มสำคัญในการผลักดันให้มีการใช้อินเทอร์เน็ตอย่างจริงจังในการเรียนการสอน โดยการทำกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การมีใช้อินเทอร์เน็ตในโรงเรียนอย่างแพร่หลายและมีประสิทธิภาพ รูปแบบการใช้อินเทอร์เน็ตในการจัดการเรียนการสอน มีดังนี้

1. การค้นคว้าบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งรวมข่ายงานต่าง ๆ มากมายเข้าไว้ด้วยกันจึงทำให้สามารถสืบต้นข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ในเรื่องที่สนใจทุกสาขาวิชาเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนและการวิจัย โดยใช้โปรแกรมในการช่วยกันหาในเวิลด์ไวด์เว็บค้นหาข้อมูลที่อยู่ในแม่ข่ายต่าง ๆ ทั่วโลกตามต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถติดต่อเข้าสู่แม่ข่ายของห้องสมุดต่าง ๆ เพื่อค้นหารายชื่อและขอยืมหนังสือที่ต้องการได้

2. ผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้อินเทอร์เน็ตในการเรียนและติดต่อสื่อสารกันได้ โดยที่ผู้สอนจะเสนอเนื้อหาบทเรียนโดยใช้ไปรยณีย์อิเล็กทรอนิกส์หรือการเสนอบทเรียนในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ไว้ในเวิลด์ไวด์เว็บ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้การเชื่อมโยงในการเรียนรู้ในลักษณะสื่อหลายมิติได้ เมื่ออำานบทเรียนแล้วผู้เรียนจะถามคำถามที่ตนยังข้องใจและทำงานตามที่กำหนดไว้ แล้วส่งกลับไปยังผู้สอนได้ทางไปรยณีย์อิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้กลุ่มผู้เรียนด้วยกันเองสามารถติดต่อสื่อสารกันเพื่อทบทวนบทเรียน หรืออภิปรายเนื้อหาเรื่องราวที่เรียนไปแล้วได้ โดยผ่านทางกลุ่มสนทนา กลุ่มอภิปราย และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์หรือการติดต่อกับผู้เรียนในสถาบันอื่น โดยผ่านทางกระดานข่าว

3. การศึกษาทางไกลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น ห้องเรียนเสมือน โดยบรรจุซื้อหาบทเรียนที่ใช้สอนลงในเว็บไซต์ เพื่อให้ผู้เรียนหรือผู้ใช้อินเทอร์เน็ตทั่วไป สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเสมือนเป็นการเรียนอยู่ในห้องเรียน และอีกลักษณะหนึ่งจะเป็นการส่งการสอนจากห้องเรียนหรือห้องส่งในสถาบันการศึกษาหนึ่งไปยังห้องเรียนอื่น ๆ ทั้งภายในสถานศึกษาเดียวกันหรือในสถานศึกษาต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเรียนได้พร้อมกัน ผู้สอนจะทำการสอนสดด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านระบบอินทราเน็ตหรืออินเทอร์เน็ตทำให้ผู้เรียนได้เรียนจากผู้สอนคนเดียวกันเสมือนนั่งเรียนอยู่ในห้องเรียนจริง การสอนในลักษณะนี้ต้องมีการนัดหมายผู้เรียนทั้งหมดไว้ถ่วงหน้าเพื่อให้ผู้เรียนลงบันทึกเปิดเข้าเรียนได้พร้อมกันทั้งหมด

4. การเรียนรู้อินเทอร์เน็ต เป็นการฝึกอบรมให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์สามารถใช้โปรแกรมต่าง ๆ เช่น การใช้เทลเน็ต การค้นหาแฟ้มข้อมูล การใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ในการสืบค้นข้อมูล เพื่อทำรายงานและวิจัย รวมถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน

5. การประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตในกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับโรงเรียน เช่น การจัดตั้งโครงการร่วมระหว่างโรงเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการสอนในวิชาต่าง ๆ ร่วมกัน หรือการที่โรงเรียนต่าง ๆ สร้างเว็บไซต์ของตนขึ้นมาเพื่อเสนอสารสนเทศ แก่ผู้สอนและผู้เรียนในโรงเรียนนั้น หรือโรงเรียนอื่น ๆ ซึ่งโรงเรียนจะต้องบริการให้คำปรึกษา เช่น ข้อมูลเพิ่มเติมทางเทคนิคในการเชื่อมต่อการสร้างโฮมเพจ และการโอนแฟ้มข้อมูล ฯลฯ

การพัฒนาการเรียนรู้ ในยุคของการปฏิรูปการศึกษาจะต้องเร่งพัฒนาการศึกษา ให้ไปพัฒนาคุณภาพของคน เพื่อให้คนไปช่วยพัฒนาประเทศ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา ในการปฏิบัติงานของบุคลากรในโรงเรียน จำเป็นที่จะต้องพัฒนาความรู้ของตนเองอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ทันยุค ทันเหตุการณ์และทันต่อการเปลี่ยนแปลงของ ข้อมูลข่าวสาร โดยครูจะเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี ว่าเทคโนโลยีมีอะไรบ้าง แต่ละอย่างใช้ประ โยชน์อะไรได้บ้าง ใช้อย่างไร จะใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ความรู้ใหม่ได้อย่างไร

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเรียนรู้อยู่ 3 ประการ คือ 1) การเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี (Learning about Technology) 2) การเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี (Learning by Technology) และ 3) การเรียนรู้กับเทคโนโลยี (Learning with Technology) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, น. 46-50)

1. การเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี (Leaming about Technology) เป็นการเรียนรู้ระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์ ได้แก่ การเรียนรู้การใช้ระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์เรียนรู้โปรแกรมสำเร็จรูปต่าง ๆ เช่น การใช้โปรแกรมจัดทำเอกสาร (Document) โปรแกรมการคำนวณ (Spreadsheet) โปรแกรมการนำเสนอ (Presentation) โปรแกรมจัดทำ

ฐานข้อมูล (Database) จนสามารถใช้ระบบคอมพิวเตอร์ทำระบบข้อมูลสารสนเทศได้เรียนรู้การใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) และอินเทอร์เน็ต จนสามารถรับ ส่งข้อมูล และติดต่อสื่อสาร

2. การเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยี (Learning by Technology) เป็นการเรียนรู้ความรู้ใหม่ ๆ และฝึกความสามารถทักษะโดยใช้สื่อเทคโนโลยี เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรียนรู้ทักษะใหม่ ๆ ทางโทรทัศน์ที่ส่งผ่านดาวเทียม การค้นคว้าเรื่องที่สนใจผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (กิดานันท์ มลิทอง, 2543, น. 19) การติดต่อสื่อสารนับว่ามีความสำคัญมากต่อการเรียนรู้ในปัจจุบัน เพราะทำให้สะดวก สบาย รวดเร็ว เช่น ครูติดต่อสื่อสารกับครู หรือบุคคลอื่น ๆ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือสื่อสาร เช่น โทรศัพท์ (Telephones) โดยเฉพาะโทรศัพท์ไร้สาย ซึ่งปัจจุบันมีขนาดเล็ก สะดวกที่จะพกพาติดตัวไปในที่ต่าง ๆ ทำให้สามารถต่อกันได้รวดเร็ว การติดต่อสื่อสารทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ สามารถส่งข้อความ ภาพ ตลอดจนเสียง ส่งแบบสอบถาม ทำได้อย่างรวดเร็วและประหยัด การใช้บริการกระดานข่าวเป็นการรวมกลุ่มของผู้ใช้อินเทอร์เน็ตที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน เช่น ครูที่มีความสนใจอยากรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็จะเข้าไปตั้งคำถามผู้รู้หรือผู้ที่สนใจก็จะเข้ามาตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 10) นอกจากจะใช้การติดต่อสื่อสารในการพัฒนาการเรียนรู้แล้วยังสามารถใช้บริการบนอินเทอร์เน็ตพัฒนาการเรียนรู้ เช่น เรียนรู้จากเว็บไซต์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีอยู่มากมาย ครูสามารถใช้เทคโนโลยีในการค้นหาข้อมูลในระบบเวิลด์ไวด์เว็บ ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีแฟ้มข้อมูลจำนวนมากและสามารถกันหาได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

3. การเรียนรู้กับเทคโนโลยี (Learning with Technology) เป็นการเรียนรู้ด้วยระบบการสื่อสาร 2 ทาง (Interactive) กับเทคโนโลยี เช่น การฝึกทักษะกาษากับโปรแกรมที่ให้ข้อมูลย้อนกลับถึงความถูกต้อง (Feedback) จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่มีการสื่อสาร 2 ทาง การฝึกแก้ปัญหากับสถานการณ์จำลอง (Simulation) กับระบบ E-Learning การสนทนาแบบเชื่อมตรง (Chat) ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากสามารถเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นพูดคุยกันได้ทันทีในเวลาจริง ครู อาจารย์สามารถแลกเปลี่ยนความรู้ หรือปัญหาการเรียนการสอนผ่านบริการนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 10)

รามนรี นนทภา (2566, น. 98-99) กล่าวสรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการศึกษา ควรจัดทำหรือจัดหาระบบสารสนเทศมาใช้งาน เพราะจะทำให้ผู้บริหารมีข้อมูลและสารสนเทศที่เป็นปัจจุบันและถูกต้อง จะช่วยให้นำข้อมูลที่จัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์มาจัดทำเป็นรายงานสารสนเทศตามที่ผู้บริหารต้องการ เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจ โดยสามารถนำมาใช้บริหารงานในโรงเรียนด้านต่าง ๆ 5 ด้าน ได้แก่ งานบุคลากร งานวิชาการ งานปกครองนักเรียน งานธุรการ การเงิน งานความสัมพันธ์ชุมชน และใช้โปรแกรมการนำเสนอ (Presentation) หรือนำเสนอบทเรียนบนอินเตอร์เน็ตในรูปแบบเว็บเพ็จ การสร้างเทคโนโลยี

สื่อผสม (Multimedia) การใช้กล้องโทรทัศน์ถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ เพื่อขยายภาพที่มีขนาดเล็กทำให้เห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้นในห้องปฏิบัติการ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยหรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การจัดทำระบบอินทราเน็ต (Intranet) เพื่อใช้งานบนระบบเครือข่ายภายใน (Local Area Network) ทำให้สามารถใช้ข้อมูล ภาพ เสียง จดหมายอิเล็กทรอนิกส์และทรัพยากรร่วมกัน การค้นคว้าบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้อินเตอร์เน็ตในการเรียนและติดต่อสื่อสารกันได้ การศึกษาทางไกลบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต การประยุกต์ใช้อินเตอร์เน็ตในกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับโรงเรียนนิฝึกแก้ปัญหากับสถานการณ์จำลอง (Simulation) กับระบบ E-Learning การสนทนาแบบเชื่อมตรง (Chat)

สรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการศึกษา สามารถแบ่งลักษณะการใช้ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) การบริหารจัดการ นำโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลต่าง ๆ ในโรงเรียนมาใช้ เพื่อสนับสนุนการสอน รวมทั้งระเบียบปฏิบัติงานแบบฟอร์มต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง และทันเวลา แยกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้บริหารสถานศึกษาจะใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานต่าง ๆ เช่น การจัดเก็บ บันทึกข้อมูล การจัดทำฐานข้อมูล ฯลฯ และส่วนของครูผู้สอน เช่น การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน การเขียนรายงานเป็นต้น 2) การจัดการเรียนการสอน สามารถทำได้หลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์การใช้ รูปแบบการใช้อินเทอร์เน็ตในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การค้นคว้าบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้อินเทอร์เน็ตในการเรียนและติดต่อสื่อสารกันได้ การศึกษาทางไกลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การเรียนรู้อินเทอร์เน็ต การประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตในกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับโรงเรียน และ 3) การพัฒนาการเรียนรู้ มีอยู่ 3 ประการ คือ 1) การเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี (Learning about Technology) 2) การเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี (Learning by Technology) และ 3) การเรียนรู้กับเทคโนโลยี (Learning with Technology)

2.4.10 ตัวบ่งชี้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการศึกษา

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงตัวบ่งชี้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการศึกษา ดังนี้

รามนรี นนทภา (2566, น. 99-102) กล่าวว่าตั้งแต่มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ไอซีที) เข้ามาใช้และบูรณาการเข้ากับการศึกษา เป็นเรื่องที่อยู่ในความกังวลของผู้กำหนดนโยบายด้านไอซีที ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องติดตามผลการพัฒนาการศึกษา โดยมีตัวบ่งชี้ที่เที่ยงตรงเชื่อถือได้ เมื่อตัวบ่งชี้เหล่านี้สามารถทำให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทุกประเทศ ผู้วางนโยบายสามารถติดตามความก้าวหน้าด้านไอซีที่ เพื่อการศึกษาของประเทศ ตามที่กำหนดไว้ในนโยบายการศึกษาของชาติ หรือเปรียบเทียบกับนานาประเทศได้

การนำไอซีทีที่มาใช้ในการศึกษาสามารถเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงการเรียน นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มพูนคุณภาพของการศึกษาด้วยวิธีสอนที่ก้าวหน้า ปรับปรุงผลการเรียน และปฏิรูประบบการเรียนรู้ได้ดีขึ้น จากรายงานการศึกษาของ World Bank's Information for Development Program (InfoDev) แสดงให้เห็นว่า แม้ว่าจะมีการลงทุนอย่างมากด้านไอซีที เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาในกลุ่มประเทศ OECD และมีการใช้ไอซีทีเพิ่มมากขึ้นในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ข้อมูลสนับสนุนประโยชน์ที่ได้รับจากไอซีทีมีอยู่ค่อนข้างจำกัด หลักฐานในเรื่องผลกระทบของไอซีทีต่อการศึกษาก็ไม่มีความชัดเจนและยังคงเป็นที่ถกเถียงกัน ซึ่ง UNESCO ได้คำนึงถึงปัญหานี้จึงได้ชี้ให้เห็นถึงความต้องการ มาตรฐาน วิธีการวัด และตัวชี้วัดที่เปรียบเทียบในระดับนานาชาติเพื่อการวัดผลประโยชน์ที่ได้รับอย่างแท้จริงจากการบูรณาการไอซีทีในการศึกษา การขาดข้อมูลที่มีคุณภาพและเชื่อถือได้ ตลอดจนการขาดแนวทางที่เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ อาจนำไปสู่การตัดสินใจที่ไม่ถูกต้องของผู้บริหารหรือผู้บริหารไม่ให้ความสำคัญกับการบูรณาการไอซีทีในระบบการศึกษาของประเทศ (UNESCO, 2009, p. 11)

ในการวัดการเรียนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา โดย EURO และ UNESCO ได้ศึกษาตัวบ่งชี้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ได้แก่ ด้านโครงสร้างพื้นฐาน ด้านการดำเนินงาน ด้านการพัฒนาบุคลากร ด้านหลักสูตร ด้านนโยบายเพื่อใช้บ่งชี้การพัฒนาการศึกษาด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

องค์การ UNESCO (2009, p. 15) เสนอ โครงการเกี่ยวกับการพัฒนาตัวบ่งชี้ของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ใช้ในการศึกษาและสรุปถึงตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้หลายด้าน ได้แก่ ด้านนโยบาย ด้านโครงสร้างพื้นฐานและการเข้าถึงด้านหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการสอนและส่วนสนับสนุนการสอน ด้านกระบวนการเรียนรู้และผลผลิตทางการเรียนรู้ ตัวบ่งชี้เหล่านี้ใช้วัดความสำเร็จในการดำเนินงาน และพบว่าหลายประเทศมีตัวบ่งชี้ที่คล้ายกัน แสดงว่ากรอบการพัฒนาประเทศด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารนั้นมีทิศทางเดียวกัน คือจัดระบบการสร้างกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ แต่รายละเอียดการดำเนินงานของแต่ละประเทศมีความแตกต่างกัน ความแตกต่างนี้เป็นตัวกำหนดความสำเร็จของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของแต่ละประเทศเอง

สหรัฐอเมริกา (UNESCO, 2009, p. 18) วัดระดับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา โดยแบ่งเป็น 5 ด้าน คือ การใช้อินเทอร์เน็ตของครู จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนครู และการให้นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ การสนับสนุนเทคโนโลยี โครงสร้างด้านเทคโนโลยีของสถานศึกษา

ตัวบ่งชี้การจัดการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่กล่าวมานั้นสามารถนำมาปรับใช้ในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี และเมื่อทราบผลจากการวัดแล้วว่าเกิดความเหลื่อมล้ำในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สิ่งสำคัญที่ต้องทำต่อไป คือ จะต้องหาทางแก้ปัญหา

ความเหลื่อมล้ำที่เกิดขึ้นภายในประเทศว่า โรงเรียนหรือหน่วยงานใดที่ต้องได้รับการดูแล ช่วยเหลือในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมากที่สุด โดยเรียงลำดับความสำคัญในการพัฒนาและช่วยเหลือสถานศึกษาแต่ละแห่งอย่างเหมาะสม

องค์การ UNESCO ได้เสนอกรอบการ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการศึกษาว่าประกอบด้วย

1. โครงสร้างการบริหาร - กรอบทางด้านโครงสร้างการบริหารเป็นการกำหนดนโยบายในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษาในด้านต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการทางด้านการศึกษา

2. นโยบายและการกำหนดมาตรฐาน – นโยบายและการกำหนดมาตรฐานเน้นการนำนโยบายและยุทธศาสตร์ที่กำหนดขึ้นไปสู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม โดยคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อในการจัดการศึกษา

3. การดำเนินงานและงบประมาณ - มุ่งเน้นการประสานงานกันระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ในการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อการศึกษาให้ไปสู่เป้าหมาย โดยเน้นวิธีการหาความช่วยเหลือและสนับสนุนจากแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ

4. นโยบายมุมมอง ยุทธศาสตร์ของสถานศึกษา - นโยบายเริ่มมีความชัดเจนและเห็นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น นโยบายที่ชัดเจนนี้เน้นการวางแผนว่าหน่วยงานหรือ สถานศึกษาจะวางแผนการปฏิบัติงานในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างไร จะหาผู้สนับสนุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการศึกษาได้อย่างไร จะดำเนินงานไปสู่จุดมุ่งหมายได้อย่างไร

5. โครงสร้างพื้นฐานและการเชื่อมโยงเครือข่าย – กรอบนี้เน้นทรัพยากรพื้นฐานที่จำเป็นในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา โดยทรัพยากรที่สนับสนุนการจัดการศึกษาจะต้องครบทุกด้าน โคยเฉพาะการจัดการเรียนการสอน จะวางระบบทรัพยากรพื้นฐานอย่างไรใช้กับการศึกษาในระบบใดบ้าง

6. หลักสูตรการเรียนการส่อนและการพัฒนาเนื้อหา – กรอบนี้จะเน้นการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในหลักสูตร เนื้อหาและการประเมินผลเน้นการพัฒนานวัตกรรม วางแผนและออกแบบรูปแบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการสอน รวมถึงเน้นเรื่องจริยธรรมในการพัฒนาและการใช้นวัตกรรมเหล่านี้ด้วย

7. การพัฒนาบุคลากรทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ – นโยบายนี้เน้นการสร้างและพัฒนาบุคลากรทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อการศึกษา ให้มีความรู้ความเข้าใจ และทักษะในการใช้งาน ให้สามารถบริการและถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้รับบริการได้ โดยมีระบบการประกันคุณภาพของบุคลากรเหล่านี้พร้อมกับระบบสนับสนุนการปฏิบัติงานไปด้วย

8. การวัดและการประเมินผล – มุ่งเน้นการวัดและประเมินผลการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาโดยระบุถึงลักษณะ วิธีการ ตัวบ่งชี้ และปัจจัยสนับสนุนการวัดและประเมินผล

รามนรี นนทภา (2566, น. 102) กล่าวสรุปได้ว่า ตัวบ่งชี้การใช้เทคโนโลยีสาสนเทศและการสื่อสารในการจัดการศึกษา ได้แก่ ด้านโครงสร้างพื้นฐาน ด้านการดำเนินงาน ด้านการพัฒนาบุคลากร ด้านหลักสูตร ด้านนโยบายเพื่อใช้บ่งชี้การพัฒนาการศึกษาด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ด้านความสามารถที่จะซื้อได้ ด้านความรู้ ด่านคุณภาพ ด้านผู้ใช้ ด้านสิ่งแวดล้อมและผลกระทบ ด้านหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการสอนและส่วนสนับสนุนการสอน ด้านกระบวนการเรียนรู้และผลผลิตทางการเรียนรู้ ด้านนโยบายมุมมอง ยุทธศาสตร์ของสถานศึกษา และด้านการวัดและการประเมินผล ตัวบ่งชี้เหล่านี้ใช้วัดความสำเร็จในการดำเนินงาน

สรุปได้ว่า ตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้หลายด้าน ได้แก่ ด้านนโยบาย ด้านโครงสร้างพื้นฐานและการเข้าถึงด้านหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการสอนและส่วนสนับสนุนการสอน ด้านกระบวนการเรียนรู้และผลผลิตทางการเรียนรู้ ตัวบ่งชี้เหล่านี้ใช้วัดความสำเร็จในการดำเนินงาน และพบว่ากรอบการพัฒนาประเทศด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารนั้นมีทิศทางเดียวกัน คือ จัดระบบการสร้างกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ แต่รายละเอียดการดำเนินงานของแต่ละประเทศมีความแตกต่างกัน ความแตกต่างนี้เป็นตัวกำหนดความสำเร็จของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของแต่ละประเทศเอง สหรัฐอเมริกาวัดระดับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา โดยแบ่งเป็น 5 ด้าน คือ การใช้อินเทอร์เน็ตของครู จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนครู และการให้นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ การสนับสนุนเทคโนโลยี โครงสร้างด้านเทคโนโลยีของสถานศึกษา ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้ในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี และเมื่อทราบผลจากการวัดแล้ว พบว่าเกิดความเหลื่อมล้ำในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สิ่งสำคัญที่ต้องทำต่อไป คือ จะต้องหาทางแก้ปัญหาความเหลื่อมล้ำที่เกิดขึ้นภายในประเทศว่า โรงเรียนหรือหน่วยงานใดที่ต้องได้รับการดูแลช่วยเหลือในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมากที่สุด โดยเรียงลำดับความสำคัญในการพัฒนาและช่วยเหลือสถานศึกษาแต่ละแห่งอย่างเหมาะสม

2.4.11 มาตรฐานการใช้เทคโนโลยีการศึกษาสำหรับผู้เรียน

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงมาตรฐานการใช้เทคโนโลยีการศึกษาสำหรับผู้เรียนดังนี้

รามนรี นนทภา (2566, น. 102-104) กล่าวว่า The International Society for Technology in Education (ISTE) หรือสมาคมระหว่างประเทศเพื่อการเทคโนโลยีในการศึกษา ซึ่งเป็นสมาคมที่สำคัญสำหรับนักการศึกษาและผู้นำการศึกษามีส่วนร่วมในการปรับปรุงการเรียนรู้

และการเรียนการสอนตามความก้าวหน้าการใช้งานที่มีประสิทธิภาพของเทคโนโลยีในการศึกษาของครู ได้เสนอมาตรฐานการใช้เทคโนโลยีการศึกษาสำหรับผู้เรียน

1. งานสร้างสรรค์และนวัตกรรม - ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงการคิดสร้างสรรค์ สร้างความรู้ พัฒนานวัตกรรมและการใช้เทคโนโลยี โดย

1.1 ใช้ความรู้ในการแสดงความคิด สร้างผลงานหรือดำเนินงาน

1.2 สร้างงานของตนเองหรือของกลุ่ม

1.3 ใช้แม่แบบแสดงการทำงานของระบบ

1.4 บอกแนวโน้มความเป็นไปได้

2. สื่อสารและร่วมมือ - ผู้เรียนใช้สื่อและสิ่งแวดล้อมพูดคุย และทำงานร่วมกันโดย

2.1 พูดคุยร่วมมือกันทำงานกับเพื่อและผู้เชี่ยวชาญอื่น ๆ โดยใช้สื่อ

2.2 สื่อสารข้อมูลความคิดโดยใช้สื่อต่าง ๆ

2.3 สร้างความเข้าใจในวัฒนธรรมอื่น ๆ

2.4 สนับสนุนการทำงาน โครงการเป็นทีมเพื่อผลิตงานต้นแบบของตนเอง

3. ความเชี่ยวชาญด้านวิจัยและสารสนเทศ - ผู้เรียนประยุกต์ใช้เครื่องมือดิจิตอลเพื่อจัดเก็บ ประเมินผล และใช้สารสนเทศ โดย

3.1 วางแผนและกำหนดปัญหา

3.2 วิเคราะห์ประเมิน และใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ

3.3 ประเมินและเลือกข้อมูลตามความเหมาะสม

3.4 เรียบเรียงข้อมูลและรายงานผล

4. คิดอย่างมีระบบ แก้ปัญหาและตัดสินใจ - ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อวางแผนในการทำงาน โดยใช้สื่อและทรัพยากรดิจิตอล โดย

4.1 กำหนดปัญหาและคำถามเพื่อสืบค้น

4.2 วางแผนและจัดการกิจกรรมเพื่อปรับปรุงวิธีแก้ไขปัญหา

4.3 รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา

4.4 ใช้กระบวนการที่หลากหลายในการหาวิธีการแก้ปัญหา

5. ความเป็นพลเมืองดิจิตอล - ผู้เรียนมีความเข้าใจในเพื่อนมนุษย์วัฒนธรรม สังคมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยี กระบวนการทางกฎหมาย และจริยธรรม โดย

5.1 สนับสนุนและใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัยและรับผิดชอบ

5.2 ส่งเสริมความร่วมมือ/การเรียนรู้ และการผลิต

5.3 แสดงความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต

5.4 แสดงความเป็นผู้นำพลเมืองยุคดิจิตอล

6. การใช้เทคโนโลยีและแนวคิด - ผู้เรียนแสดงความเข้าใจในแนวคิดด้านเทคโนโลยีระบบและการทำงาน โดย

6.1 เข้าใจและใช้ระบบเทคโนโลยีได้

6.2 เลือกและใช้อุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ

6.3 แก้ปัญหาระบบและอุปกรณ์ ได้

6.4 ถ่ายโอนความรู้สู่การเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีใหม่ ๆ

รามนรี นนทภา (2566, น. 104) กล่าวสรุปได้ว่า มาตรฐานการใช้เทคโนโลยีการศึกษาสำหรับผู้เรียน ด้านงานสร้างสรรค์และนวัตกรรม ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงการคิดสร้างสรรค์ สร้างความรู้ พัฒนานวัตกรรมและการใช้เทคโนโลยี ใช้ความรู้สร้างผลงาน สามารถใช้เทคโนโลยีบอกแนวโน้มความเป็นไปได้ ด้านการสื่อสารและการร่วมมือ ผู้เรียนใช้สื่อและสิ่งแวดล้อมพูดคุยและทำงานร่วมกัน โดยสร้างความเข้าใจในวัฒนธรรมอื่น ๆ ใช้เทคโนโลยีสนับสนุนการทำงานโครงการเป็นทีมเพื่อผลิตงานต้นแบบของตนเอง ด้านความเชี่ยวชาญด้านวิจัยและสารสนเทศ ผู้เรียนประยุกต์ใช้เครื่องมือดิจิตอลเพื่อจัดเก็บ ประเมินผล และใช้สารสนเทศ โดยวางแผนและกำหนดปัญหา วิเคราะห์ประเมิน และใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ประเมินและเลือกข้อมูลตามความเหมาะสม เรียบเรียงข้อมูลและรายงานผล ด้านการคิดอย่างมีระบบ แก้ปัญหาและตัดสินใจ ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อวางแผนในการทำงาน โดยใช้สื่อและทรัพยากรดิจิตอล กำหนดปัญหาและคำถามเพื่อสืบค้น วางแผนและจัดการกิจกรรมเพื่อปรับปรุงวิธีแก้ไขปัญหา รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา ใช้กระบวนการที่หลากหลายในการหาวิธีการแก้ปัญหา ด้านความเป็นพลเมืองดิจิตอล ผู้เรียนมี สนับสนุนและใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัยและรับผิดเชอบ ส่งเสริมความร่วมมือ/การเรียนรู้ และการผลิตแสดงความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต แสดงความเป็นผู้นำพลเมืองยุคดิจิตอล และด้านการใช้เทคโนโลยีและแนวคิด ผู้เรียนเข้าใจและใช้ระบบเทคโนโลยีได้ เลือกและใช้อุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ แก้ปัญหาระบบและอุปกรณ์ได้ ถ่ายโอนความรู้สู่การเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีใหม่ ๆ

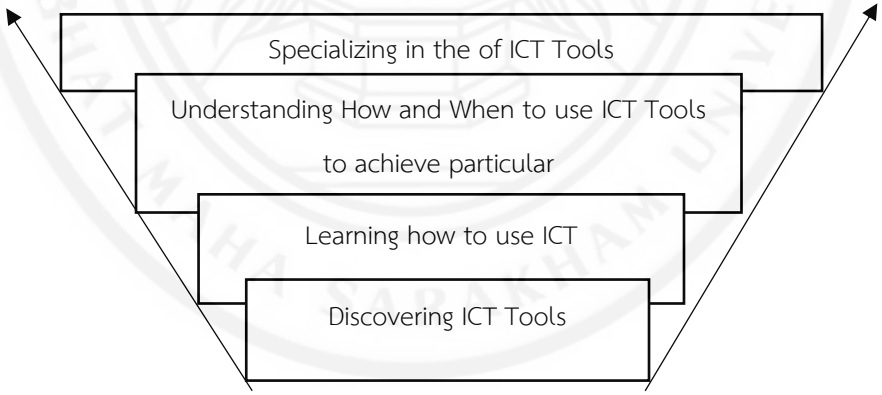
สรุปได้ว่า มาตรฐานการใช้เทคโนโลยีการศึกษาสำหรับผู้เรียน 1) งานสร้างสรรค์และนวัตกรรม ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงการคิดสร้างสรรค์ สร้างความรู้ พัฒนานวัตกรรมและการใช้เทคโนโลยี 2) สื่อสารและร่วมมือ ผู้เรียนใช้สื่อและสิ่งแวดล้อมพูดคุย และทำงานร่วมกัน 3) ความเชี่ยวชาญด้านวิจัยและสารสนเทศ ผู้เรียนประยุกต์ใช้เครื่องมือดิจิตอล เพื่อจัดเก็บ ประเมินผล และใช้สารสนเทศ 4) คิดอย่างมีระบบ แก้ปัญหาและตัดสินใจ ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อวางแผนในการทำงาน โดยใช้สื่อและทรัพยากรดิจิตอล 5) ความเป็นพลเมืองดิจิตอล ผู้เรียนมีความเข้าใจในเพื่อนมนุษย์วัฒนธรรม สังคมในเรื่องที่เกี่ยวกับเทคโนโลยี กระบวนการทางกฎหมาย และจริยธรรม และ 6) การใช้เทคโนโลยีและแนวคิด ผู้เรียนแสดงความเข้าใจในแนวคิดด้านเทคโนโลยีระบบและการทำงาน

2.4.12 การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการเรียนรู้

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

รามนรี นนทภา (2566, น. 104-107) กล่าวว่า การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการเรียนรู้ หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้จัดการสารสนเทศ การสื่อสาร เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องตั้งแต่การรวบรวม การจัดเก็บข้อมูล การประมวลผลการพิมพ์ การสร้างงาน การสื่อสารข้อมูล ฯลฯ โดยให้ความสำคัญสูงสุดในกระบวนการการปฏิรูปการเรียนรู้ ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนา เต็มศักยภาพ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และรู้จักแสวงหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต จัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดกล้องกับความสนใจและความถนัด ปัจจุบันพบว่ากระทรวงศึกษาธิการได้เห็นถึงเห็นความสำคัญเรื่องเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จึงได้กำหนดวิสัยทัศน์ในแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา พ.ศ. 2550-2554 ดังนี้ "ผู้เรียน ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา และประชาชนใช้ประโยชน์จาก ICT ในการเข้าถึงบริการทางการศึกษาได้เต็มศักยภาพ มีสมรรถนะทาง ICT ตามมาตรฐานสากล" เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการศึกษาในภาพรวมอย่างเป็นรูปธรรม และเพื่อให้เกิดการกระจายทรัพยากรอย่างทั่วถึงและครอบคลุมในทุกพื้นที่ ลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิตอล เพื่อสร้างความเท่าเทียมในการเข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ของคนทุกระดับ

George L. Ekol. (2005, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 104-107) ได้กล่าวถึงระดับความเข้มข้นของการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ไว้ 4 ระดับ โดยปรับมาจากแบบแผนการจัดระดับความเข้มข้นของการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของ UNESCO ดังแผนภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ระดับความเข้มข้นของการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

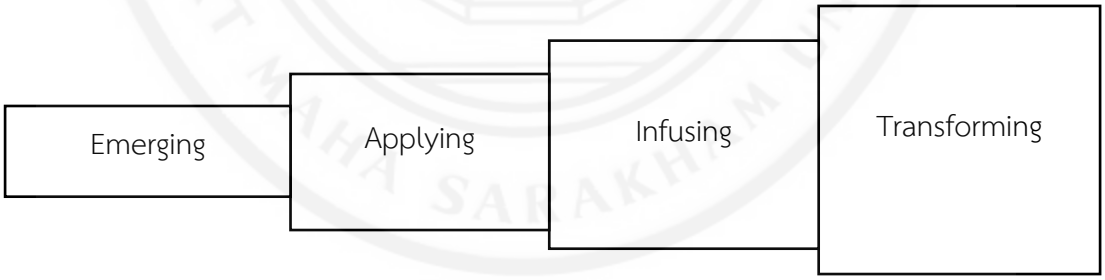
ระดับที่ 1 ค้นพบเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Discovering ICT Tools) ระดับนี้ครูและนักเรียนค้นพบว่าเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คืออะไร นำมาใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง ระดับนี้ถือว่าเป็นระดับอ่านออกเขียนได้ใช้ทักษะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารพื้นฐานได้

ระดับที่ 2 เรียนรู้วิธีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Learning How to use ICT Tools) ระดับนี้เป็นระดับที่ครูและนักเรียนเริ่มใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างหลากหลายและเชื่อมโยงกับการเข้าถึง เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในระยะการประยุกต์ใช้

ระดับที่ 3 เข้าใจว่าจะ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างไร เมื่อไรที่จะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ (Understanding How and When to use ICT Tools to Achieve Particular Purpose) ระดับนี้บ่งบอกถึงความสามารถจำแนกแยกแยะได้ว่า เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจะช่วยอะไรได้บ้าง สามารถเลือกใช้เครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เหมาะสมกับงานที่จะทำหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข

ระดับที่ 4 เป็นผู้เชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Specializing in The use of ICT Toos) ระดับนี้เป็นระดับของความเชี่ยวชาญในเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในระดับนี้นักเรียนจะเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งช่วยให้เกิดความเชี่ยวชาญ

George L. Ekol. (2005, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 104-107) ได้เสนอการเข้าถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการเรียนการสอนของโรงเรียนไว้ 4 ระยะ (Approach) ได้แก่ สัมผัส (Emerging) ประยุกต์ใช้ (Applying) แพร่ขยาย (Infusing) เปลี่ยนร่างแปลงรูป (Transforming)



ภาพที่ 2.4 แนวปฏิบัติในการเรียนการสอนที่ใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

1. ระยะสัมผัส การเริ่มต้นจากการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้าใช้ทั้งคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ ในขั้นนี้ผู้บริหารและครูเริ่มต้นกันหาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการบริหารและการใช้หลักสูตร

2. ระยะประยุกต์ โรงเรียนใดที่มีความประทับใจในเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารก็ถือว่าได้เริ่มต้นเข้าสู่วิธีนี้ ครูใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงานประจำวัน ครูปรับหลักสูตรเพื่อเพิ่มการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการสอนการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ครูยังคงเป็นผู้มีอำนาจ (Dominate) ในกระบวนการเรียน

3. ระยะแพร่ขยาย มีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในห้องทดลอง ห้องเรียน ครูค้นหาวิธีใหม่ที่จะ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตของตน ให้มีคุณภาพและแสดงออกถึงความเป็นมืออาชีพยิ่งขึ้น หลักสูตรเริ่มบูรณาการเพื่อให้เกิดการนำไปใช้ ในโลกของความเป็นจริง

4. ระยะเปลี่ยนร่างแปลงรูป ในระยะนี้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ถูกบูรณาการเข้าไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างมืออาชีพ ช่วยเพิ่มผลผลิตส่วนบุคคล หลักสูตรจึงเป็นหลักสูตรที่ใช้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Child Centered) มีการบูรณาการเรียนการสอนที่นำไปสู่การประยุกต์ใช้จริง

รามนรี นนทภา (2566, น. 107) กล่าวสรุปได้ว่า การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการเรียนรู้ ด้านความเข้มข้นของการใช้ประ โยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 4 ระดับ ระดับที่ 1 ค้นพบ เครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระดับที่ 2 เรียนรู้วิธีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระดับที่ 3 เข้าใจว่าจะใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างไร เมื่อไรที่จะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ระดับที่ 4 เป็นผู้เชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และการเข้าถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการเรียนการสอนของโรงเรียนไว้ 4 ระยะ คือ ระยะสัมผัส การเริ่มต้นจากการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้าใช้ ระยะประยุกต์ โรงเรียนใดที่มีความประทับใจในเทคโนโลยีสารสนเทศ ระยะแพร่ขยาย มีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในห้องทดลอง ห้องเรียน และระยะเปลี่ยนร่างแปลงรูป ในระยะนี้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ถูกบูรณาการเข้าไปใช้ในชีวิตประจำวันอย่างมืออาชีพ

สรุปได้ว่า ระดับความเข้มข้นของการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไว้ 4 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 ค้นพบเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Discovering ICT Tools) ระดับที่ 2 เรียนรู้วิธีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Learning How to use ICT Tools) ระดับที่ 3 เข้าใจว่าจะใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างไร เมื่อไรที่จะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ (Understanding How and When to use ICT Tools to Achieve Particular Purpose) และ ระดับที่ 4 เป็นผู้เชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Specializing in The use of ICT Toos) การเข้าถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการเรียนการสอน

ของโรงเรียนไว้ 4 ระยะ (Approach) ได้แก่ สัมผัส (Emerging) ประยุกต์ใช้ (Applying) แพร่ขยาย (Infusing) เปลี่ยนร่างแปลงรูป (Transforming)

2.4.13 รูปแบบการเรียนการสอนที่บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ได้มีนักการศึกษา และสถาบันการศึกษากล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนที่บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ดังนี้

รามนรี นนทภา (2566, น. 107-111) กล่าวว่า ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนที่บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ไว้ดังต่อไปนี้

1. สอนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนุเทศและการสื่อสาร ICT มาเป็นเครื่องมือประกอบการสอน ครูจะนำสื่อ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารถ่ายทอดเนื้อหาสาระ ออกแบบการจัดการเรียนรู้ และเป็นเครื่องมือประกอบการสอนในรายวิชาต่าง ๆ โดยให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ สร้างองค์ความรู้ และเรียนรู้องค์ความรู้ต่าง ๆ ผ่านสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ครูผลิตขึ้นเอง นักเรียนผลิตครูและนักเรียนร่วมกันผลิต หรือนำเอาสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีอยู่โดยทั่วไปที่ได้จากการสืบค้นจากอินเทอร์เน็ตมาใช้ประกอบการอัดการเรียนการสอนของตนเอง หรือการที่ครูได้นำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้จากการรวบรวมสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารรูปแบบต่าง ๆ มาออกแบบระบบการจัดการเรียนรู้ใหม่อย่างเป็นขั้นตอนแล้วให้นักเรียนเข้าไปศึกษาหาความรู้ จากนั้นจึงทำการวัดประเมินผล ทั้งในลักษณะระบบออนไลน์หรือระบบออฟไลน์

2. สอนโดยนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาถ่ายทอดองค์ความรู้และสาระเนื้อหาวิชา เพื่อใช้ประกอบการสอนในแต่ละรายวิชาในลักษณะต่าง ๆ เช่น การนำเสนอเนื้อหาผ่าน โปรแกรมนำเสนอ (Presentation) สื่อวิดีทัศน์ (VDO) สื่อ Electronic อื่น ๆ ได้แก่ E-book Learning Objects บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) รวมทั้งสื่ออิเล็กทรอนิกส์รูปแบบใหม่อื่น ๆ ลักษณะสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารควรมีลักษณะเป็นแฟ้มข้อมูล (File) ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งสามารถออนไลน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตและเข้าถึงสื่อได้อย่างรวดเร็ว

3. ครูผู้สอนนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน เช่น นำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาช่วยในการทำเอกสาร บัตร งาน ใบความรู้ โดยการค้นหาแหล่งเรียนรู้และข้อมูลจาก Internet เป็นต้น

4. ครูผู้สอนสอนให้นักเรียนเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารและการติดต่อสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยตรง นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นสื่อที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยตรง ได้แก่

4.1 สอนให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยตรง ปรากฏในรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี วิชาคอมพิวเตอร์ และวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้สอนสามารถจัด

กระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด ในกรณีนี้ครูผู้สอนจะต้องทำการวิเคราะห์หลักสูตรและจัดสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิธีการใช้โปรแกรมจนสามารถใช้งานและผลิตผลงานจากไปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งครูอาจออกแบบการวัดประเมินผลจากการสร้างผลงานของนักเรียนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างสรรค์ผลงานตามแนวคิดและวิธีการของตนเองอย่างอิสระ แล้วสร้างขึ้นงานของตนเองในลักษณะสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำและทำการประเมินในลักษณะผลงานนักเรียน การสร้างผลงานด้วยโปรแกรมประยุกต์อื่น ๆ เช่น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) Web Pages รายการ โทรทัศน์ Animations CAI WBI เป็นต้น

4.2 สอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติแต่มีการประเมินผลงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งนักเรียนมีความสามารถในการใช้งานสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยได้เรียนรู้การใช้งานโปรแกรมต่าง ๆ ได้แก่ การจัดกิจกรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น ให้นักเรียนหาประวัตินักวิทยาศาสตร์จากอินเทอร์เน็ตและทำการประเมินผลด้วยการ ให้นักเรียนจัดทำรายงานด้วยโปรแกรมจัดทำเอกสารสำนักงานต่าง ๆ นำเสนอเนื้อหาผ่านโปรแกรม Presentation หรือจัดทำเป็น Animation E-book, VDO Web Pages หรือรูปแบบอื่นใดแล้วครูประเมินผลการดำเนินงานตามสาระ เนื้อหาและข้อมูลที่นักเรียนได้นำเสนอ เป็นต้น

แนวทางในการนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นประกอบไปด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอนดังนี้ (อานนท์ สายคำฟู, 2557, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 107-111)

ขั้นที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา/ปัญหาการเรียนการรู้เกิดจากอะไร การศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนว่าระหว่างการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนในห้องเรียนเกิดปัญหาใด นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้หรือเรียนรู้แล้วไม่สามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้เพราะสาเหตุใด ครูจะต้องพิจารณาให้เห็นปัญหาอย่างแท้จริง แล้วครูจึงจะสามารถนำสื่อไปใช้ในการแก้ไขปัญหา จะต้องเลือกใช้สื่อประเภทใด สื่อจะต้องมีคุณสมบัติอย่างไร จึงจะเหมาะสมกับเวลาเรียนและวัยของนักเรียน

ขั้นที่ 2 สำรวจสื่อการเรียนการรู้ เมื่อทราบปัญหาและครูจะเลือกใช้สื่อในการเรียนรู้ไปแล้วปัญหาการจัดการเรียนรู้ของครูจะต้องทำการสำรวจว่ามีสื่อใดที่ตรงกับเนื้อหาสาระของบทเรียนที่จะสอน ตนเองและโรงเรียนมีสื่ออยู่หรือไม่ มีความจำเป็นที่ต้องสร้างขึ้นมาใหม่หรือไม่อย่างไร

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์เลือกสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จากขั้นที่ 2 สำรวจสื่อการเรียนรู้ ทำให้ครู ได้ทราบว่ามีสื่ออะไร ที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ ครูจะต้องพิจารณาเลือกสื่อได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับวัย สติปัญญาของผู้เรียน เนื้อหาสาระของบทเรียนที่ทำการสอน

และมีคุณภาพดีสามารถที่จะใช้งานได้ รวมทั้งพิจารณาว่าจะนำไปใช้ในขั้นใดของการจัดการเรียนรู้ เช่น ใช้นำเข้าสู่บทเรียน ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ใช้ขยายความรู้หรือใช้สรุปเนื้อหา เป็นต้น

ขั้นที่ 4 เตรียมสภาพแวดล้อมให้พร้อมที่จะนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้งาน เมื่อได้สื่อที่จะนำไปสอนแล้ว ครูจะต้องไปเตรียมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เช่น ห้องที่นำสื่อไปใช้ ใช้อุปกรณ์ประกอบอะไรบ้าง คอมพิวเตอร์จำนวนกี่ชุด มีสภาพใช้งานได้เท่ากับจำนวนผู้เรียนหรือไม่ คอมพิวเตอร์มีศักยภาพรองรับการแสดงผลของสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่จะนำไปใช้หรือไม่ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องเตรียมสภาพแวดล้อมให้พร้อมก่อนใช้งานจริง

ขั้นที่ 5 นำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้งาน หลังจากที่ได้สื่อและจัดเตรียมสภาพเวคล้อมจนพร้อมที่จะใช้งานได้ ครูจะนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้งานให้พิจารณาใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อย่างคุ้มค่า เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับความรู้จากสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารด้วยตนเอง และได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้จากตัวสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารให้ได้มากที่สุด

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการใช้ เมื่อนำสื่อไปใช้งาน ให้ครูพิจารณาประเมินผลการใช้งานอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่ก่อนใช้งาน ระหว่างใช้งาน จนเสร็จสิ้นการใช้งานว่าเกิดปัญหาอะไร นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดหรือไม่ สื่อมีคุณภาพเป็นอย่างไร เหมาะสมกับนักเรียนหรือไม่

ขั้นที่ 7 สรุปผลการใช้ ครูทำการสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลการใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่ 6 เพื่อพิจารณานำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้งานต่อไป

การนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในห้องเรียน (ชัยณรงค์ แก้วสุก, 2550, อ้างถึงใน รามนรี นนทภา (2566, น. 107-111) การนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่หลากหลาย เช่น Animation, simulation, Multimedia มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เพราะนอกจากจะได้พบของจริงแล้วก็สามารถใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งการเรียนด้วยสื่อแบบนี้จะช่วยเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้สมบูรณ์ได้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับครูที่ต้องเปลี่ยนแปลง หันมาสนใจ ใช้ ICT ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนเพื่อก้าวทันและนำนักเรียนไปสู่ความสำเร็จ เช่น ใช้การมอบหมายงาน ส่งงาน และสืบค้น โดยส่งทางอีเมล์ เป็นต้น ในปัจจุบันการใช้งานคอมพิวเตอร์ ถือเป็นเรื่องปกติและเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนและสืบค้น เพื่อให้ครูและนักเรียนสามารถใช้บล็อก (Blog) ในการจัดการเรียนรู้ได้ ซึ่งบางครั้งอาจจะมีปัญหาบ้างในเรื่องของการใช้คอมพิวเตอร์ ความพร้อมของสถานศึกษา แต่หากเราสามารถแก้ปัญหาได้ การนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ จะสามารถช่วยครูในการจัดการเรียนรู้ สามารถกระตุ้น ความสนใจของผู้เรียน สะดวกและง่าย สามารถเรียนรู้ได้ทุกคน ทุกที่และทุกเวลา

รามนรี นนทภา (2566, น. 111) กล่าวสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ประกอบไปด้วย 1) สอนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ICT มาเป็นเครื่องมือ ประกอบการสอน 2) สอนโดยนำสื่อเทกโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาถ่ายทอดองค์ความรู้ และสาระเนื้อหาวิชา เพื่อใช้ประกอบการสอนในแต่ละรายวิชาในลักษณะต่าง ๆ 3) ครูผู้สอนนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน 4) ครูผู้สอนสอนให้นักเรียนเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยสอนให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยตรง และสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติแต่มีการประเมินผลงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งนักเรียนมีความสามารถในการใช้งานสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยได้เรียนรู้การใช้งานโปรแกรมต่าง ๆ แนวทางในการนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาปัญหาการเรียนรู้เกิดจากอะไร ขั้นที่ 2 สำรวจสื่อการเรียนการรู้ ขั้นที่ 3 วิเคราะห์เลือกสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ขั้นที่ 4 เตรียมสภาพแวดล้อมให้พร้อมที่จะนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้งาน ขั้นที่ 5 นำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้งาน ขั้นที่ 6 ประเมินผลการใช้ และขั้นที่ 7 สรุปผลการใช้

สรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่บูรณาการร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ได้แก่ 1) สอนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนุเทศและการสื่อสาร ICT มาเป็นเครื่องมือประกอบการสอน 2) สอนโดยนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาถ่ายทอดองค์ความรู้ และสาระเนื้อหาวิชา 3) ครูผู้สอนนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน และ 4) ครูผู้สอนสอนให้นักเรียนเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และการติดต่อสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยตรง โดยมีแนวทางในการนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา/ปัญหาการเรียนการรู้เกิดจากอะไร ขั้นที่ 2 สำรวจสื่อการเรียนการรู้ ขั้นที่ 3 วิเคราะห์เลือกสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ขั้นที่ 4 เตรียมสภาพแวดล้อมให้พร้อมที่จะนำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้งาน ขั้นที่ 5 นำสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้งาน ขั้นที่ 6 ประเมินผลการใช้ และขั้นที่ 7 สรุปผลการใช้

2.5 ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการพัฒนาการเรียนการสอนให้เกิดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์แบบ ซึ่งในกระบวนการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนและผู้เรียนจะต้องมี

ความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด รวมทั้งพฤติกรรมที่ผู้สอนแสดงต่อผู้เรียนในเรื่องการเรียนการสอน อันเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การศึกษามีประสิทธิภาพ การสอนที่มีประสิทธิภาพนั้น ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

Good (1973, p. 589) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่า หมายถึง การใช้แผนการสอนหรือวิธีการสอนซึ่งทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ต้องการ

วิเชียร ไชยบัง (2544, น. 14) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่า ความสามารถในการจัดการสอนเพื่อให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ตามความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

สุรศักดิ์ หอมอ่อน (2546, น. 12) ไดให้ความหมายของประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่า หมายถึง ความสามารถในการสอน หรือยุทธวิธีการสอน ตลอดจนลักษณะหรือพฤติกรรมตาง ๆ ของครูอัน จะส่งผลให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

จึงสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพการสอน หมายถึงความสามารถในการปฏิบัติการสอน หรือดำเนินการสอนของครูเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2.6 แบบทดสอบ

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับวัดความรู้ทางด้านพุทธิพิสัย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถนะด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้ 2 ชนิด คือ แบบที่ครูสร้าง และแบบมาตรฐาน แบบทดสอบที่ดีต้องมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยุติธรรม ความลึก ของคำถาม ความยั่วยุ ความจำเพราะเจาะจง ความปรนัย มีประสิทธิภาพ มีอำนาจจำแนก มีความยาก (อรนุช ศรีสะอาด, 2551, น. 49)

2.6.1 ความหมายของแบบทดสอบ

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบ ดังนี้

Brown (1998, p. 90) ให้ความหมายแบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรมตามความหมายแบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ

1. แบบทดสอบเป็นวิธีเชิงระบบ (Systematic Procedure) หมายความว่า แบบทดสอบจะต้องมีกฎเกณฑ์แน่นอนเกี่ยวกับโครงการบริหารจัดการและให้คะแนน

2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม (Behaviors) ซึ่งวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้เท่านั้น โดยผู้ตอบสนองตอบต่อข้อคำถามที่กำหนดให้ มิใช่เป็นการวัดโดยตรง

3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรรมที่ต้องการวัดทั้งหมด (Sample of All Possible Items) ตามความเป็นจริง ไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่มีข้อคำถามวัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด ฉะนั้นจึงต้องตกลงว่าข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรมนั้น และถ้าผู้ต้องตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูกต้องให้คะแนนเท่ากัน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่สร้างมีหลายรูปแบบแต่นิยมใช้มี 6 แบบ คือ แบบกาถูกผิด แบบเติมคำ แบบตอบสั้น ๆ แบบจับคู่ แบบเลือกตอบ และแบบอัตนัย หรือความเสียง

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542, น. 72) ให้ความหมายแบบทดสอบว่าเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่งของบุคคลเดียวหรือหลายคนในเวลาต่างกัน

สมนึก ภัททิยธณี (2546, น. 72) ให้ความหมายของแบบทดสอบว่าเป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และมีบทบาทสำคัญเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการ แต่ควรใช้คู่กับเครื่องมือชนิดอื่น ๆ อย่างหลากหลาย

ไพศาล วรคำ (2565, น. 239) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่าเป็นชุดของข้อคำถามที่ใช้วัดค่าของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สรุปได้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง เครื่องมือที่จะใช้ในการวัดผลชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับวัดความรู้ด้านพุทธพิสัย เป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับวัดตัวอย่างพฤติกรรม เปรียบเทียบพฤติกรรมของบุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ณ เวลาหนึ่ง หรือของบุคคลเดียว หรือหลายคนในเวลาต่างกัน

2.6.2 ประเภทของแบบทดสอบ

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายประเภทของแบบทดสอบ ดังนี้

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542, น. 33-34) แบบทดสอบมีการแบ่งออกเป็นหลายประเภทตามเกณฑ์หรือรูปแบบ หรือวัตถุประสงค์ในการใช้โดยสามารถแบ่งประเภทของแบบทดสอบได้ ดังนี้

1. แบ่งตามลักษณะทางจิตวิทยาที่ใช้วัด แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจตามพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ซึ่งมักเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง (Teacher-Made Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างกัน เมื่อต้องการใช้ก็สร้างขึ้นใช้แล้วก็เลิกกัน ถ้านำไปใช้อีกก็ต้องดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไข เพราะเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้เฉพาะครั้ง อาจยังไม่มีการวิเคราะห์คุณภาพ

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบได้มีการพัฒนาด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติมาแล้วหลายครั้งหลายหน จนมีคุณภาพสมบูรณ์ทั้งด้านความตรง

ความเที่ยง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัย และมีเกณฑ์ปกติ (Norm) ไว้เปรียบเทียบ ด้วยรวมความจ้องมีมาตรฐานทั้งด้านการดำเนินการสอบ และแปลผลคะแนนที่ได้

1.2 แบบทดสอบความถนัด (Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพทางสมองของคนว่า มีความรู้ ความสามารถมากน้อยเพียงใด และมีความสามารถทางด้านใดเป็นพิเศษ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถทางวิชาการมีความถนัดในวิชาอะไร ซึ่งจะแสดงถึงความสามารถในการเรียนต่อแขนงวิชานั้น และจะสามารถเรียนไปได้มากน้อยเพียงใด

1.2.2 แบบทดสอบความถนัดพิเศษ (Specific Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่วัดความสามารถพิเศษของบุคคล เช่น ความถนัดทางดนตรี การแพทย์ ศิลปะ เป็นต้น ใช้สำหรับการแนะแนวการเลือกอาชีพ เช่น แบบทดสอบวัดความถนัดทางศิลป์

2. ถ้าแบ่งตามรูปแบบของการถามการตอบ แบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 แบบวัดความเรียง (Essay Test) กำหนดคำถามให้ผู้ตอบจะต้องเรียบเรียงคำตอบ การวัดความรู้ด้วยคำถามแบบความเรียงหรือที่รู้จักว่าเป็นแบบอัตนัย รูปแบบจะมีเฉพาะตัวคำถามเท่านั้น ส่วนคำตอบจะเว้นที่ว่างหรือกำหนดกระดาษคำตอบให้ไว้เป็นพิเศษ สำหรับให้ผู้ตอบเขียนคำตอบลงไปเองผู้ตอบมีอิสระในการตอบคำถาม จะมีปัญหาในการตรวจให้คะแนนทั้งความเป็นธรรมและความสะดวกรวดเร็ว ฉะนั้นจึงไม่นิยมไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2 แบบทดสอบสั้นและเลือกตอบ (Short Answer and Multiple Choice Test) หรือที่รู้จักกันทั่วไปคือ แบบปรนัย (Objective Test) แบบนี้จะกำหนดคำถามให้ และกำหนดให้ตอบสั้น ๆ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือกตอบตามนั้น

2.3 แบบเลือกตอบ (Multiple Choice Item) รูปแบบทั่วไปของแบบวัดชนิดเลือกตอบจะมีตัวคำถามซึ่งเป็นประโยคสมบูรณ์และมีตัวเลือกตอบ กำหนดไว้ให้เลือกตอบอาจจะมี 3 4 5 หรือ 6 ตัวเลือกในส่วนที่เป็นตัวเลือกตอบประกอบด้วยตัวถูก และตัวลวงคำถามแบบเลือกตอบมีหลายชนิด

2.4 แบบทดสอบอัตนัย คือ แบบทดสอบที่มีลักษณะ ผู้ตอบต้องเขียนบรรยายตอบ ผู้ตอบมีสิทธิที่จะเขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีที่คำตอบถูกหลาย ๆ ทางคำตอบของข้อสอบเดียวกันอาจจะมีความแตกต่างทั้งในด้านคุณภาพ และความถูกต้อง

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบมีการแบ่งออกเป็นหลายประเภท ตามเกณฑ์หรือรูปแบบหรือวัตถุประสงค์ในการใช้ โดยสามารถที่จะแบ่งประเภทของแบบทดสอบได้ดังนี้ แบ่งตามลักษณะทางจิตวิทยาที่ใช้วัด แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ และแบบทดสอบความถนัด แบ่งตามรูปแบบของการถามการตอบ จะแบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ แบบวัดความเรียง แบบทดสอบสั้นเลือกตอบ และแบบทดสอบอัตนัย

2.6.3 แบบทดสอบอัตนัย

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบอัตนัย ดังนี้

Mehrens and Lehmann (1969, pp. 206-227) ได้กล่าวถึง ความหมายของแบบทดสอบอัตนัยไว้ว่า เป็นลักษณะของคำถามที่แตกต่างจากคำถามชนิดอื่น ดังนี้

1. ไม่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียวที่สมบูรณ์และถูกต้อง
2. ผู้สอบได้ตอบอย่างอิสระ
3. คุณภาพของคำตอบมีระดับต่างกัน

Hopkins and Antes (1990, pp. 231-232) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบอัตนัยไว้ว่า ข้อสอบที่เป็นสิ่งที่ต้องการคำตอบที่เป็นประโยคหลายประโยคต่อเนื่องกัน ซึ่งแสดงความสมเหตุสมผล ถูกต้องและคุณภาพของข้อสอบแบบนี้ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในวิชาที่สอบ

ชาญชัย ยมดิษฐ์ (2548, น. 134-138) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบอัตนัย ไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่จะให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น เหมาะสำหรับการวัดความรู้ขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจ

สรุปได้ว่า แบบทดสอบอัตนัย หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็น ต้องการคำตอบที่เป็นประโยคหลายประโยคต่อเนื่องกัน ไม่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียวที่สมบูรณ์และถูกต้อง ตอบอย่างอิสระเหมาะสำหรับการวัดความรู้ขั้นสูง

2.6.4 ประเภทของแบบทดสอบอัตนัย

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงความหมายประเภทของแบบทดสอบอัตนัย ดังนี้

Mehrens and Lehmann (1969, pp. 206-277) ซึ่งแบ่งได้แบบทดสอบออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของความมีอิสระในการตอบ ดังนี้

1. แบบตอบขยาย (Extended Response) และไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted Response) ข้อสอบแบบนี้จะถามความรู้ความสามารถต่าง ๆ โดยให้อิสระในการตอบแก่นักเรียนหรือผู้สอบมาก เปิดโอกาสให้เขียนแสดงความคิดเห็น อธิบาย อภิปรายได้อย่างเต็มที่ทุกแง่ทุกมุมตามที่ต้องการไม่จำกัด ลักษณะของคำถามจึงกว้างขวางเหมาะกับการวัดความสามารถด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทัศนคติ และการประเมินค่า (Evaluation) เพราะข้อสอบแบบนี้ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักรวบรวมความคิดต่าง ๆ การประเมินคุณค่าของสิ่งเหล่านั้น และการใช้วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลนี้ ปริมาณคำตอบของข้อสอบแบบนี้จึงขึ้นอยู่กับคำถาม และความรู้ที่สั่งสมไว้ว่ามีมากน้อยเพียงใด ประกอบกับความสามารถในการจัดระบบการตอบ และความสามารถการใช้ภาษาของนักเรียนเป็นสำคัญ จุดอ่อนของการถามแบบนี้อยู่ที่การให้คะแนน เพราะยากจะหาเกณฑ์การให้คะแนนที่ถูกต้องเที่ยงตรงได้ คำถามที่ใช้มักจะเป็นคำถามประเภท “จงอภิปราย เปรียบเทียบ และแสดงความคิดเห็น” เป็นต้น

2. แบบทดสอบจำกัด (Restricted Response หรือ Short-essay Item) ข้อสอบนี้สามารถอุดจุดอ่อนของคำถามแรกได้ เนื่องจากข้อสอบแบบขยายคำตอบเป็นแบบทดสอบที่ให้อิสระในการตอบโดยไม่จำกัด ทำให้คำตอบแตกต่างกันมาก จึงมีปัญหาในการตรวจคะแนน โดยเฉพาะแง่ของการเปรียบเทียบถามแบบเจาะจงผู้เขียนกำหนดขอบเขต ลักษณะการตอบตลอดจนเนื้อหาทิศทางการตอบ และความยาวในการตอบไว้ด้วยคำตอบจึงสั้น และอยู่ภายใต้ขอบเขตที่กำหนดไว้ ผู้ตอบต้องจัดเรียบเรียงความคิดเห็นให้เป็นระเบียบแล้วตอบให้ตรงประเด็นของคำถามเพียงสั้น ๆ โดยไม่มีโอกาสอภิปรายแสดงความคิดเห็นนอกเหนือที่กำหนดไว้ให้ ข้อสอบแบบนี้จึงมีความสะดวกในการให้คะแนนมากกว่าแบบแรก เพราะมีเกณฑ์ที่จะตัดสินใจให้คะแนนมากขึ้น ผู้เขียนข้อสอบจึงจำเป็นต้องระมัดระวังในเรื่องคำสั่งโจทย์ ขอบเขต เนื้อหาและเวลาที่กำหนดให้นักเรียนตอบคำถามที่จะใช้มักอยู่ในรูป “จงนิยามตอบสั้น ๆ อธิบายสั้น ๆ” อย่างไรก็ดีข้อสอบแบบนี้ให้นักเรียนน้อยในการแสดงความสามารถเกี่ยวกับการจัดการรวบรวม การแสดงความคิดเห็น และการจัดหาสิ่งต่าง ๆ จำเป็นเกี่ยวกับการตอบ จึงมีประโยชน์สำหรับการวัดผลการเรียนรู้ระดับความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ แต่มีคุณค่าน้อยมากถ้าจะนำไปใช้ในระดับการสังเคราะห์ และการประเมินค่า

Hopkins and Antes (1990, pp. 231-232) แบ่งประเภทของแบบทดสอบเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบที่มีขอบเขตกว้างแต่ให้เวลาจำกัด (Extended-Response) ข้อสอบลักษณะนี้ที่จะทดสอบทักษะของผู้เขียนในการเลือกว่าเขียนอะไร และจะเขียนมากน้อยแค่ไหนในแต่ละส่วน รวมทั้งความสามารถการจัดระเบียบ และแสดงความคิดในเชิงตรรกะ ข้อสอบเขียนบรรยายแบบขยายความเป็นข้อสอบประเภทปลายเปิด (Open-Ended) และไม่ได้จำกัดความคิดเห็นของนักเรียน ข้อสอบแบบนี้มีประโยชน์ในการประเมินการเขียน โดยเฉพาะศิลปะเกี่ยวกับการใช้ภาษา

2. แบบจำกัดคำตอบ (Limited-Response) จะมีขอบเขตกว้างหรือแคบก็ได้ แต่นักเรียนควรรู้อย่างแน่ชัดว่าขีดจำกัดนั้นคืออะไรข้อสอบนี้จะให้ขีดจำกัดที่ระบุได้อย่างชัดเจน เพื่อสร้างขอบเขตในการตอบให้นักเรียน กล่าวคือนักเรียนต้องตอบในกรอบเนื้อหาที่จำกัด ข้อสอบแบบนี้มีประโยชน์ต่อครูที่ต้องการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งต่างจาก แบบทดสอบอัตนัยแบบมีขอบเขตกว้างที่ต้องการวัดค้านทักษะการเขียนผู้ออกข้อสอบ ควรพิจารณาถึงจุดหมายในการวัดก่อนตัดสินใจเลือกว่าจะใช้รูปแบบใด

ชาญชัย ยมดิษฐ์ (2548, น. 134-138) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบออกเป็น 2 แบบ คือ แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response) และแบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response) และให้อิสระแก่นักเรียนในการตอบ จากการศึกษาพบว่า เด็กระดับประถมศึกษาเขียนตอบแบบกำหนดโครงสร้างได้ดี ส่วนนักเรียนในระดับสูงเขียนตอบแบบไม่กำหนดโครงสร้างให้ตอบได้ดี

1. แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response) ข้อสอบแบบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบให้อิสรเสรีแก่นักเรียนอย่างเต็มที่ในการอภิปรายแสดงความคิดเห็น และรวบรวมข้อมูลเท็จจริง

ต่าง ๆ มาใช้ในการสอน โดยทั่วไปข้อสอบแบบนี้จะให้นักเรียนแสดงความสามารถ ซึ่งต้องอาศัยการสังเคราะห์และการประเมินผล ข้อสอบนี้มีคุณค่าอย่างยิ่งในการวัดกระบวนการทางสมองที่สูงขึ้นตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระลึกถึงความรู้ที่เรียนไป เช่น จงอธิบายทฤษฎีกำเนิดชนชาติไทยมา 1 ทฤษฎี จงอธิบายเกี่ยวกับการสอนแบบบรรยากาศกับการสอนแบบสืบสวน โดยให้บอกหลักสำคัญที่ใช้ในการสอนแต่ละวิธี และข้อดี-ข้อเสีย ของการสอนทั้งสองแบบ

ขั้นที่ 2 ประเมินค่าความรู้ที่จำได้ เช่น จงเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียของการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์และแบบอิงกลุ่มมาอย่างละเอียด เพราะเหตุใดเอดิสันจึงได้รับการยกย่องเป็นอย่างมากจากการทดลองเรื่องอากาศมีไอน้ำ

ขั้นที่ 3 รวบรวมความรู้และความคิดให้เป็นระบบ เช่น จงกล่าวถึงความคล้ายคลึงกันในการที่สหรัฐอเมริกาเข้าไปมีส่วนพัวพันกับความขัดแย้งในประเทศเกาหลีและเวียดนามมา 3 ประเภท

ขั้นที่ 4 แสดงความคิดเห็นมาอย่างมีเหตุผล เช่น จงเปรียบเทียบและการอธิบายเหตุผลการปกครองระบอบประชาธิปไตยของอังกฤษกับสหรัฐอเมริกา

2. แบบจำกัดตอบ (Restricted Response) ข้อสอบแบบนี้ซึ่งมักที่จะกำหนดขอบเขต แบบฟอร์มและเนื้อหาที่ให้นักเรียนไม่มีอิสระในการตอบนัก แบบทดสอบนี้ให้ตอบสั้นกว่าแบบแรก คำตอบอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้จำกัด โดยทั่วไปแล้วจะกำหนดขอบข่าย และความยาวในการตอบ ตัวอย่าง เช่น ลักษณะภูมิอากาศ การปกครอง อาชีพของพลเมือง จงอธิบายสาเหตุการเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 มา 3 ประการ จงยกตัวอย่างการกระทำที่แสดงถึงความรักชาติมา 5 ข้อ

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบอัตนัย ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบ เป็น 2 ประเภท คือ แบบไม่จำกัดคำตอบ หมายถึง ถามความรู้ความสามารถต่าง ๆ โดยให้อิสระในการตอบแก่นักเรียนหรือผู้สอบมาก เปิดโอกาสให้เขียนแสดงความคิดเห็น อธิบาย และอภิปรายได้อย่างเต็มที่ทุกแง่ทุกมุมตามที่ต้องการไม่จำกัด และแบบจำกัดตอบ หมายถึง ขอบเขตกว้างหรือแคบก็ได้ แต่นักเรียนควรที่จะรู้อย่างแน่ชัดว่าขีดจำกัดคืออะไร ข้อสอบนี้จะให้ขีดจำกัดที่ระบุได้อย่างชัดเจน เพื่อสร้างขอบเขตการตอบ

2.6.5 หลักสำคัญในการสร้างข้อคำถามแบบอัตนัย

แบบทดสอบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือเรื่องราวโดยให้ผู้ตอบอธิบายหรือบรรยายแสดงความคิดเห็น หรือวิพากษ์วิจารณ์อย่างอิสระในเวลาที่กำหนดในการสร้างข้อคำถามแบบอัตนัยต้องพิจารณาหลายสิ่งอย่างเพื่อตรงตามจุดประสงค์ เนื้อหา และการวัดประเมินผลให้สอดคล้องกันทั้งระบบ โดยมีหลักสำคัญในการสร้างข้อคำถาม ดังนี้

1. ต้องดูจุดประสงค์ของการสอบก่อนแล้วจึงเขียนข้อคำถาม เพื่อให้ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2. ควรใช้คำถามที่มีความกระจ่างชัด ด้วยหลักการถามและหลักภาษา

3. คำถามหนึ่ง ๆ ควรเป็นเรื่องเดียว เพื่อให้ผู้ตอบตอบได้ตรงเป้าหมายที่ผู้ถามต้องการ

4. คำถามควรคำนึงถึงเวลาที่ให้ผู้ตอบทำการตอบ

5. คำถามทุกคำถามผู้สอบควรทำเฉลยไว้และวางแผนการให้คะแนน แต่ละส่วนว่าเป็นเท่าไรเพื่อเปรียบเทียบ นอกจากนั้นต้องพิจารณาคำตอบที่มีโอกาสเป็นไปได้ที่ไม่จำเป็น จะต้องตรงกับเฉลยทุกตัว แต่ก็จะถูกสามารถได้คะแนนได้ด้วยลักษณะของแบบทดสอบอัตนัย

สรุปได้ว่า หลักสำคัญในการสร้างข้อคำถามแบบอัตนัย มีหลักสำคัญในการสร้างข้อคำถาม ดังนี้ ดูจุดประสงค์ของการสอบก่อน แล้วจึงเขียนข้อคำถามเพื่อให้ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด ควรใช้คำถามที่มีความกระจ่างชัด คำถามหนึ่ง ๆ ควรเป็นเรื่องเดียว เพื่อให้ผู้ตอบ ตอบได้ตรงเป้าหมายที่ผู้ถามต้องการคำถามทุกคำถามผู้สอบควรทำเฉลยไว้และวางแผนการให้คะแนน แต่ละส่วนว่าเป็นเท่าไร

2.7 การหาคุณภาพของเครื่องมือ

จากการศึกษาการหาคุณภาพของเครื่องมือ ขอนำเสนอในประเด็นของความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือ ความเที่ยงตรง ความยากและอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.7.1 ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือ

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือไว้ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545, น. 81) ได้กล่าวถึงความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือว่า เครื่องมือรวบรวมข้อมูลจะต้องมีคุณภาพหลายประการประกอบกัน ดังนี้

1. ทุกข้อต้องมีคุณภาพเข้าตามเกณฑ์ในด้านระดับความยากอำนาจจำแนกความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

2. เมื่อนำทุกข้อที่มีคุณภาพตามข้อที่ 1 มารวมกันเป็นฉบับเครื่องมือทั้งฉบับนั้นจะต้องมีคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น

สมนึก ภัททิยธานี (2551, น. 193) ได้กล่าวถึง ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือว่า การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบเป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นว่ามีคุณภาพดีเพียงใด ลักษณะเป็นรายข้อและทั้งฉบับ ถ้าข้อสอบข้อดีหรือฉบับใดมีคุณภาพดี ก็ควรนำไปใช้แต่ถ้าบกพร่องก็ควรปรับปรุงแก้ไข

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 134) ได้กล่าวถึง ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือว่าเครื่องมือวัดผลที่ดีจะต้องเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพจึงจะช่วยให้การวัดผลมีความถูกต้องเชื่อถือได้และผลการประเมินที่ได้ย่อมเชื่อถือได้ด้วย ดังนั้นก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้จริงจึงควรตรวจสอบ

คุณภาพของเครื่องมือก่อนทุกครั้ง การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่องความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก และความเป็นปรนัย

ไพศาล วรคำ (2565, น. 265) ได้กล่าวถึง ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือว่าเป็นคุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามรถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก เป็นต้น คุณสมบัติที่บ่งชี้คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นเป็นหลัก ส่วนอำนาจจำแนกนั้นจะใช้เฉพาะในกรณีของแบบทดสอบและแบบสอบถาม และความยากจะใช้ได้เฉพาะกรณีแบบทดสอบเท่านั้น

สรุปได้ว่า ความหมายของการหาคุณภาพของเครื่องมือ เป็นการบ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ซึ่งการหาคุณภาพของเครื่องมือเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่องความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก เป็นต้น ซึ่งถ้าเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีคุณภาพและเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้ามีความบกพร่องก็จะนำไปปรับปรุงให้ได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดีก่อนนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

2.7.2 ความเที่ยงตรง

จากการศึกษาความเที่ยงตรงได้มีนักวิชาการหลายท่านกล่าวไว้ ดังนี้

ความเที่ยงตรง เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพในการทำนายผลของพฤติกรรม หรือเป็นค่าสหสัมพันธ์ของเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับองค์ประกอบที่ต้องการวัด ซึ่งเครื่องมือแต่ละอย่างจะมีจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง ดังนั้นเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายหนึ่งไม่จำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายทั้งหมด (Wainer and Braun, 1998, p. 20) ซึ่งได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมาย ลักษณะ และวิธีการของความเที่ยงตรง หรือความตรง ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 134-135) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบสิ่งที่ควรพิจารณา ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องที่อ้างถึงการตีความหมายของผลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือประเมินผล ไม่ใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ แต่เป็นความเที่ยงตรงของการตีความหมายที่ได้จากผลการทดสอบ

2. ความเที่ยงตรงเป็นเรื่องของระดับ ไม่ใช่เป็นเรื่องมีหรือไม่มี การบอกความเที่ยงตรงของแบบทดสอบควรเน้นการเจาะจง เช่น ความเที่ยงตรง สูง ปานกลาง หรือต่ำ

3. ความเที่ยงตรงจะเป็นความเที่ยงตรงเฉพาะเรื่องที่ต้องการวัดเสมอ ไม่มีแบบทดสอบใดที่มีความเที่ยงตรงทุกวัตถุประสงค์ เช่น แบบทดสอบเลขคณิต อาจมีความเที่ยงสูงในการวัดทักษะการคำนวณ แต่มีความเที่ยงตรงต่ำในการวัดเหตุผลเชิงตัวเลข และอาจมีความเที่ยงตรงปานกลางในการคาดคะเนผลการเรียน

4. ความเที่ยงตรงเป็นมโนทัศน์เดียว หมายความว่า ความเที่ยงตรงเป็นค่าตัวเลขเดียวที่ได้มาจากหลักฐานหลายแหล่ง หลักพื้นฐานที่ใช้ยึดในการตีความหมายของความเที่ยงตรงก็คือเนื้อหาเกณฑ์ที่กำหนดและโครงการ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 99) ได้กล่าวถึง ความเที่ยงตรงว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อ เรื่องความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี การตรวจสอบความเที่ยงตรงเป็นกระบวนการรวบรวมและวิเคราะห์หลักฐานเพื่อการสนับสนุนความเหมาะสม และความถูกต้องของการนำคะแนนจากเครื่องมือวัดไปสรุป ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงสามารถจำแนกตามเป้าหมายที่สำคัญได้ 3 ประเภท ได้แก่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อเรื่อง การตรวจสอบความเที่ยงตามเกณฑ์สัมพันธ์และการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎี

ไพศาล วรคำ (2565, น. 266) ได้กล่าวถึง ความเที่ยงตรงว่า ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่องหรือเกณฑ์หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติเกี่ยวข้องกับคุณภาพ ด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด เนื่องจากความเที่ยงตรงของค่าวัดจากเครื่องมือวัดเป็นความสัมพันธ์หรือสอดคล้องระหว่างค่าวัดของเครื่องมอวัดนั้นกับสิ่งที่ต้องการวัดหรือตัวเกณฑ์ ดังนั้น การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงจึงเป็นการหาความสัมพันธ์หรือสอดคล้องระหว่างค่าวัดของตัวแปรวิธีการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงจึงขึ้นอยู่กับชนิดของค่าวัดที่ได้จากตัวแปร ดังนี้

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการแสดงหรือว่าเครื่องมือนั้น สามารถวัดได้ตรงและครอบคลุมเนื้อหาวิชาการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงมากน้อยเพียงใดโดยการเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางกำหนดข้อสอบสิ่งกำหนดตัวอย่างหัวข้อเนื้อหาสาระวิชาและพฤติกรรมจากเนื้อหาสาระวิชาทั้งหมด และถือว่าเป็นตัวแทนที่ดีแล้วการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือวัด สามารถพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ค่า IOC ที่มีค่า 0.50 ขึ้นไปแสดงว่ามีความสอดคล้องหรือเป็นตัวแทนจุดประสงค์ของวิชา

สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตรของบุญเชิด ถิญโญอนันตพงษ์ (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 262-263) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{N} \quad (2\text{-}1)$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

R_i แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

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

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) ของค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดที่ต้องการกับค่าที่วัดได้จากเกณฑ์ ซึ่งสามารถคำนวณได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับค่าที่วัดได้ ซึ่งอาจใช้สูตร Pear Product Moment (เมื่อข้อมูลเป็นคะแนนทั้ง 2 ชุด) หรือ Spearman Rank Order (เมื่อข้อมูลเป็นการจัดอันดับ) ซึ่งแยกตามเกณฑ์เป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามสภาพและการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงตามพยากรณ์

3. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นการแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงว่าเครื่องมือนั้นสามารถวัดขอบเขตความหมาย หรือคุณลักษณะประจำตามโครงสร้างทฤษฎีที่สมมุติขึ้นได้เพียงใด

สรุปได้ว่าความเที่ยงตรงหมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือมีความสอดคล้องเหมาะสมของผลที่ได้จากการวัด และความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ สามารถจำแนกความตรงเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ และความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือโครงสร้าง

2.7.3 ความยากและอำนาจจำแนก

จากการศึกษาความยากและอำนาจจำแนกได้มีนักวิชาการหลายท่านกล่าวไว้ ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2551, น. 138) ได้กล่าวถึงความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบนั้นจะถือว่าง่าย แต่ถ้าข้อสอบนั้นมีคนตอบถูกน้อย ข้อสอบข้อนั้นถือว่ายาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลางข้อสอบนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะควรมี คนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คนและไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้-ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่ง

จะต้องตอบข้อสอบข้อนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูง

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 102) ได้กล่าวถึงความยากและอำนาจจำแนกว่าสัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เช่น ข้อสอบข้อหนึ่งมีคนตอบ 100 คน ปรากฏว่าตอบถูกเพียง 30 คน แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีระดับความยาก (P) เท่ากับ 0.30 หรือ 30% ดังนั้นระดับความยากของข้อสอบจึงมีค่าตั้งแต่ 0.00-1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกมาก P จะมีค่าสูง (เข้าใกล้ 1) แสดงว่าข้อนั้นง่าย ในทางตรงก้นข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีคนตอบถูกน้อย P จะมีค่าต่ำ (เข้าใกล้ 0) แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก โดยทั่วไปข้อสอบที่มีค่า P ระหว่าง 0.02-0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และข้อสอบทั้งฉบับควรมีระดับความยากเฉลี่ยประมาณ 0.50 ส่วนอำนาจจำแนก (Discrimination power of The Items) หมายถึง ความสามรถของข้อสอบในการจำแนก หรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างข้อสอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้ โดยถือว่าคนที่เก่งหรือมีความสามารถควรทำข้อสอบนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนหรือไม่มีความสามารถไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ อำนาจจำแนกของข้อสอบจะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 แต่อำนาจจำแนกที่ดีจะต้องมีค่าบวก ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบปรนัย

$$r = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \qquad (2\text{-}2)$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

f_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

f_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

n แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมด $(n = n_H + n_L)$

n_H , n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและต่ำตามลำดับ

สำหรับการหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 303)

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2\text{-}3)$$

เมื่อ r_{xy} แทน ดัชนีอำนาจจำแนก

X แทน คะแนนรายข้อ

Y แทน คะแนนรวม

Y' แทน คะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว $Y' = Y - X$

n แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยตำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์แบบอิงกลุ่ม (ไพศาล วรคำ 2565, น. 308)

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2\text{-}4)$$

เมื่อ D แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ตารางที่ 2.14 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

ความยาก (P)	ความหมาย	อำนาจจำแนก (D)	ความหมาย
0.80-1.00	ง่ายมาก	0.60-1.00	ดีมาก
0.60-0.79	ค่อนข้างยาก	0.40-0.59	ดี
0.40-0.59	ปานกลาง	0.20-0.39	พอใช้
0.20-0.39	ค่อนข้างยาก	0.10-0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00-0.19	ยากมาก	0.00-0.09	ต่ำมาก ต้องปรับปรุง

ไพศาล วรคำ (2565, น. 298) ได้กล่าวถึงความยากข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก

ดังนั้น ความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่ายหรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficult Index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยากหรือมีค่าดัชนีต่ำ

การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไปจะนิยมหาเฉพาะในการสอนแบบอิงกลุ่ม เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.08 ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นต้องพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบแต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่าการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้าการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียนและดัชนีความยากหลังเรียนโดยใช้สูตรเดียวกับความยากแบบอิงกลุ่ม

การหาความยาก (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูกต้อง ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยาก (Item Difficulty Index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอนั้นยาก หรือมีดัชนีความยากต่ำ เช่น แบบทดสอบฉบับหนึ่งนำไปทดลองกับนักเรียน 50 คน ได้ผลดังนี้

ข้อที่ 1 มีนักเรียนตอบถูก 45 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 45/50 = .90
ข้อที่ 2 มีนักเรียนตอบถูก 30 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 30/50 = .60
ข้อที่ 3 มีนักเรียนตอบถูก 25 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 25/50 = .50
ข้อที่ 4 มีนักเรียนตอบถูก 0 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 0/50 = .00
ข้อที่ 5 มีนักเรียนตอบถูก 50 คน ดัชนีความยากเท่ากับ 50/50 = 1.00

ดังนั้น ค่าดัชนีความยากจึงหาได้จาก (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 298)

$$p = \frac{f}{n} \qquad (2\text{-}5)$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก
f แทน จำนวนผู้ตอบถูก
n แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้างเนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 หรือ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัย การหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่ม ๆ ละเท่า ๆ กัน

คือ กลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตร (Whitney and Sabers) ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย

สำหรับสูตรที่ใช้ในการหาค่าความยากของแบบทดสอบ จะต้องแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 25% ของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์สแบบอิงกลุ่ม (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 299)

$$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2\text{-}6)$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกก็คือข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ เครื่องมือที่นิยมหาอำนาจจำแนก ได้แก่ แบบทดสอบและแบบทดสอบถามเทคนิค การหาอำนาจจำแนกมีหลายวิธีตามลักษณะของเครื่องมือ ดังนี้

1. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม ดังนี้
   - 1.1 เทคนิคร้อยละ 50
   - 1.2 เทคนิคร้อยละ 27
   - 1.3 การหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม
   - 1.4 การหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial
2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ ดังนี้
   - 2.1 ดัชนีอำนาจจำแนกของ Brennan’s Index: B-Index
   - 2.2 ดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index: S)
3. การหาอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย ในกรณีของข้อสอบอัตนัยค่าคะแนนในแต่ละข้อมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัยสามารถหาได้จากสูตร Whitney and Sabers

สรุปได้ว่า ความยาก (Difficulty) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบที่ทำให้ทราบได้ว่าข้อสอบนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อยเพียงใด ถ้าตอบถูกเป็นจำนวนมากแสดงว่าข้อสอบนั้นถือว่าง่าย แต่ถ้าข้อสอบมีคนจำนวนตอบถูกน้อย แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นถือว่ายาก แต่ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างสลับกันไปแสดงว่าข้อสอบนั้นมีความยากปานกลาง ซึงข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ ควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คนและไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นคุณสมบัติของข้อสอบหรือข้อคำถามที่จำแนกผู้เรียนตามความแตกต่างว่าแต่ละบุคคลอยู่ในระดับไหน ไม่ว่าจะเป็นระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครเข้าใจ-ไม่เข้าใจ โดยยึดหลักที่ว่า คนที่เก่งจะตอบถูก ส่วนคนไม่เก่งจะตอบผิด และข้อสอบที่ดีควรที่จะแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ และอำนาจจำแนกจะมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก

2.7.4 ความเชื่อมั่น

จากการศึกษาความเชื่อมั่นได้มีนักวิชาการหลายท่านกล่าวไว้ ดังนี้

Burry-Stock, et al. (1996, p. 118) ได้ศึกษาดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน ซึ่งเป็นความเชื่อมั่นของผู้ตรวจให้คะแนน ได้ผลดังนี้ ความสอดคล้องระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน การลงความคิดเห็นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนนถูกอ้างอิงถึงระดับการตัดสินใจในการให้คะแนนพฤติกรรมที่ต้องการศึกษา เป็นความแตกต่างทางความคิดตามวิธีการทางการวัดทางจิตวิทยาเรื่องความเชื่อมั่นในการคิด ความเข้าใจของการลงความเห็นระหว่างผู้ตรวจให้คะแนน เป็นความจำเป็นทางการวัดผลทางจิตวิทยาที่นำข้อมูลเป็นรายบุคคลและคะแนนรวมในวิชาต่าง ๆ ที่มีจุดมุ่งหมายกำหนดไว้ตามวิธีของการแสดงความคิดเห็นของผู้ตรวจให้คะแนน มีความตั้งใจในการนำมาใช้กับผู้ฝึกหัด หรือนักศึกษาหรือนักจิตวิทยา นักวัดผลและนักวิจัย

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2552, น. 88) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า ตรงกับภาษาอังกฤษ “Reliability” หมายถึง “Stability and Consistency” ของคะแนนสอบ จึงเป็นที่เข้าใจของกลุ่มนักวัดผลคนไทยว่า Reliability หมายถึง ระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนสอบจากการทดสอบเรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม อย่างไรก็ดีสำหรับการคำที่ต่างกันไป เช่น ความเชื่อมั่นความเที่ยง

ศิริชัย กาญจนวาลี (2552, น. 59-60) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า เป็นความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดซ้ำ และวิธีการประมาณค่าความเชื่อนั้น สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ โดยมีความหมายและวิธีการประมาณค่า ดังแสดงในตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 ประเภทของความเชื่อมั่นความหมายและวิธีการประมาณค่า

ประเภท	ความหมาย	วิธีการประมาณค่า
1. ความเชื่อมั้นแบบคงที่ (Measure of Stability)	ความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงที่ต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบทดสอบเดิม (Test-Retest Method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากคนกลุ่มเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน โดยทำการวัดซ้ำ สองครั้งในเวลาที่ต่างกัน
2. ความเชื่อมั่นแบบความสมมูล (Measure of Equivalent)	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกันโดนใช้แบบทดสอบที่สมมูล	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในเวลาเดียวกันจากคนกลุ่มเดียวกันโดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับ ที่ทัดเทียมกัน
3. ความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน (Measure of Internal Consistency)	ความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหารายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัดโดยวิธีต่าง ๆ ดังนี้ 3.1 วิธีแบบครึ่งข้อสอบ (Spilt-half Method) 3.2 วิธีของ Kuder-Richardson Method 3.3 วิธีสัมประสิทธิ์ Cronbach’s Alpha Method 3.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน Hoyt’s Analysis of Variance Method	- คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นเอกพันธ์ระหว่างคะแนนของกลุ่มข้อสอบ 2 กลุ่มจากการวัดด้วยแบบสอบถามเดียวกันคำนวณค่า - สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากการแบ่งครึ่งข้อสอบที่สมมูลกัน เช่น แบ่งเป็นข้อคู่และข้อคู่จากนั้นใช้สูตรของเปียร์แมนราวคำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ (ซึ่งให้คะแนนแบบ 0.1) และคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อและคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาควิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง จากนั้นจึงใช้สูตรของฮอยล์

ในกรณีที่ข้อสอบเป็นแบบความเรียง (Essay Tests) ที่มีคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ผู้ตรวจให้คะแนน (Rater) แต่ละคนอาจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนจึงสำคัญมากสำหรับเครื่องมือวัดทักษะนี้ วิธีการง่าย ๆ ในการหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ให้คะแนนก็คือให้ผู้ตรวจให้คะแนนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้คะแนนในแบบทดสอบเดียวกันหรือพฤติกรรมเดียวกัน

แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากผู้ตรวจ โดยการหาสัมประสิทธิ์ความพ้องกันหรือดัชนีความสอดคล้องกัน ซึ่งสูตรการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคแบบอิงกลุ่ม (Cronbach's Alpha Coefficient Method) ดังนี้ (ไพศาล วรคำ (2565, น. 288)

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1-\frac{\sum S_i^{\,2}}{S_t^{\,2}}\right] \qquad (2\text{-}7)$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟา

k แทน จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

$S_i^{\,2}$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

$S_t^{\,2}$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ t

ไพศาล วรคำ (2565, น. 278) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่น (Reliability) ว่า เป็นความคงที่ของผลที่ได้ จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดพัฒนามาจากนิยาม คือความสัมพันธ์ระหว่างค่าการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยเหตุผลที่คุณลักษณะที่ต้องการวัดของบุคคลนั้นมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเมื่อเวลาผ่านไปจึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธีภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิด คือ

1. การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง
2. การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดแบบที่เป็นคู่ขนานเพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ
3. การวัดความสอดคล้องภายในซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่นจากการวัดเพียงครั้งเดียวแล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัด

สรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น เป็นระดับความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดเดียวในการวัดซ้ำไปซ้ำมาในหลาย ๆ ครั้ง จากการทดสอบเรื่องเดียวกันในเวลาใดก็ตาม และวิธีวัดค่าประมาณค่าความเชื่อมั่น สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่ ความเชื่อมั่น แบบคงที่ ความเชื่อมั่นแบบความสมมูลกัน และความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัย เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

2.8.1.1 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์

พัชรีภรณ์ พาลำโกน (2563, น. 3) ได้ทำการศึกษาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบแอปพลิเคชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ประกอบแอปพลิเคชัน กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองแข้ ตำบลโคกนาโก อำเภอป่าติ้ว จังหวัดยโสธร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายโสธร เขต 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้อง รวมทั้งสิ้น 11 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบแอปพลิเคชัน จำนวน 11 แผน รวมทั้งหมด 11 ชั่วโมง 2) แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบแอปพลิเคชัน เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ 3) แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบแอปพลิเคชัน เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานใช้สถิติทดสอบ t-test (Dependent t-test) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบแอปพลิเคชันสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบแอปพลิเคชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรัชนา ช้างชายวงค์ และธงชัย อรัญชัย (2565, น. 23-35) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้แอปพลิเคชันงานชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้แอปพลิเคชันงานชั้นเรียน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้แอปพลิเคชันงานชั้นเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสหวิทย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 34 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ค่าสถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบไม่อิสระ ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้แอปพลิเคชันงานชั้นเรียน มีประสิทธิภาพ 78.14/76.37 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้แอปพลิเคชันงานชั้นเรียน โดนภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.27, $S.D.$ = 0.80)

กฤษณะ โสขุมา, อภิชาต ลือสมัย, ภัทรพร ตัสโต และเกศินี โสขุมา (2566, น. 233-244) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพหลักสูตรพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีจัดการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและประเมินความเหมาะสมของหลักสูตร 2) ทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของหลักสูตร และ 3) หาค่าดัชนีประสิทธิผลของหลักสูตร กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในพื้นที่สำนักงานศึกษาธิการภาค 2 สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดนนทบุรี และจังหวัดปทุมธานี จำนวน 80 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ หลักสูตรพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีจัดการเรียนรู้ แบบประเมินความเหมาะสมของหลักสูตร และแบบวัดทักษะการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) หลักสูตรพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีจัดการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.81, S.D. = 0.11) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ทุกด้านมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านวิธีดำเนินการฝึกอบรม ($\bar{x}$ = 4.86, $S.D.$ = 0.13) ด้านวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ($\bar{x}$ = 4.83, $S.D.$ = 0.32) ด้านเนื้อหาของหลักสูตร ($\bar{x}$ = 4.78, $S.D.$ = 0.22) และด้านการประเมินผล ($\bar{x}$ = 4.75, $S.D.$ = 0.31) 2) ประสิทธิภาพของหลักสูตรการพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ของครูต้นแบบในการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับมัธยมตอนต้น มีค่าเท่ากับ 87.22/82.58 3) ค่าดัชนีประสิทธิผลของหลักสูตรเท่ากับ 0.7038 แสดงว่า ครูผู้สอนคณิตศาสตร์มีความรู้เพิ่มขึ้น 0.7038 หรือคิดเป็นร้อยละ 70.38

พรรณิภา อนันทสุข และพรรณราย เทียมทัน (2566, น. 231-245) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคทีจีทีร่วมกับแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคทีจีทีร่วมกับแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคทีจีทีร่วมกับแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และ 3) ศึกษาเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จำนวน 41 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีกรณีกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันและการทดสอบค่าทีกรณีกลุ่มเดียว ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคทีจีทีร่วมกับแอปพลิเคชัน เพื่อการศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคทีจีทีร่วมกับแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคทีจีทีร่วมกับแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษามีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก

วนันท์ดา ปราบภัย, นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และมนชยา เจียงประดิษฐ์ (2566, น. 281-292) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ตอความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปที่ 6 มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยี เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ชั้นประถมศึกษาปที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยี 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปที่ 6 โรงเรียนบ้านขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ภาคเรียนที่ 2 ปการศึกษา 2565 จำนวน 16 คน ที่ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบ

ร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยี 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย สวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ Hotelling's T^2 ผลการวิจัย พบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยี มีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) ตามเกณฑ์ 77.28/72.81 2) ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยี เท่ากับ 0.5953 แสดงว่า นักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 59.53 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

วิราวรรณ พุทธมาตย์, กนกกร พรชัยกุลวงษ์, ภทพร พลธรรม, กุลวดี คตชนะเลขา และนารีรัตน์ มิตรสันเทียะ (2567, น. 100-112) ได้ทำการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาวงกลม โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแอปพลิเคชัน Kahoot สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแอปพลิเคชัน Kahoot เรื่องโจทย์ปัญหาวงกลม สำหรับนักเรียน ประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอนุบาลชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแอปพลิเคชัน Kahoot เรื่อง โจทย์ปัญหาวงกลม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องโจทย์ปัญหาวงกลม โดยใช้แผนการทดลอง One-Group Pretest- Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องโจทย์ปัญหาวงกลม หลังได้รับการจัดการเรียนโดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแอปพลิเคชัน Kahoot สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนโดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแอปพลิเคชัน Kahoot อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศตวรรษ ผดุงกิจ, สมใจ ภูครองทุ่ง และประภาพร หนองหารพิทักษ์ (2567, น. 18-29) ได้ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizizz ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง จำนวนจริง นี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizizz ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง จำนวนจริง ให้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาทักษะ

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizizz ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง จำนวนจริง 3) เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizizz เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มเป้าหมายที่ได้จากการสอบกลางภาค เรื่อง จำนวนจริง ไม่ผ่านที่นำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 35 คน โรงเรียนสมเด็จพิทยาคม ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2565 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 13 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 20 ข้อ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน จำนวน 4 ฉบับ ฉบับละ 10 ข้อ 4) แบบสังเกตทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5) แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และหาประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizizz มีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ 75.29 /75.00 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 2) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizizz อยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 3) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizizz เรื่อง จำนวนจริง อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนร่วมกับการใช้เทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์นั้น จะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น นักเรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ ซึ่งสามารถช่วยให้เกิดการเรียนรู้และประสิทธิผลในการเรียน จึงถือได้ว่าการนำแอปพลิเคชันมาใช้กับผู้เรียนนั้นมีประสิทธิภาพที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ ตัวอย่างเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น แอปพลิเคชัน Kahoot, Plickers, Quizizz, Photomath, เวิร์ดวอล (Word Wall), ซีซอ (See saw), QANDA, โปรแกรม GSP, โปรแกรม GeoGebra, Canva, Google App for Education เป็นต้น

2.8.1.2 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

พิณทิพย์ วิจิตรกลาง และสุวิมล กฤชคฤหาสน (2563, น. 233-243) ได้ทำการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชันกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ แต่ละด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชันกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 33 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ 2 แผนและแบบทดสอบ วิเคราะห์สถิติทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า ในภาพรวมของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ นักเรียนที่เรียนโดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชันมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เพียงขวัญ แสนมณี (2563, น. 3-4) ได้ทำการศึกษาการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านกอกโคกวิทยา อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 ในปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 ห้อง จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 10 แผน 2) แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 8 สมรรถนะ จำนวน 8 ข้อ โดยมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบแบบเชิงซ้อน แบบเขียนตอบ และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างจากแบบวัดสมรรถะทางคณิตศาสตร์ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์งานเขียน การบรรยายเชิงวิเคราะห์ และการทดสอบสมมุติฐานใช้สถิติทดสอบ t-test (One Simple t-test) ผลการวิจัยพบว่า การศึกษาสมรรถะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.21 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเรียงตามความสามารถในการใช้สมรรถะทางคณิตศาสตร์สูงไปต่ำ คือ สมรรถนะที่ 7 การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) สมรรถนะที่ 1 การคิดและการให้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะที่ 6 การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) สมรรถนะที่ 3 การสื่อสาร (Communication) สมรรถนะที่ 4 การสร้างตัวแบบ (Modeling) สมรรถนะที่ 2 การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) สมรรถนะที่ 5 การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and solving) สมรรถนะที่ 8 ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools) ตามลำดับ

อนุชาติ ชาติรัมย์ (2564, น. 65-78) ได้ทำการศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 2) ศึกษาผลการใช้พัฒนา

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 3) เพื่อประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเป็น 4 ระยะ ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระยะที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และการวิจัย ระยะที่ 4 การประเมินการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองใช้รูปแบบเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 25 คน โรงเรียนซับนกแก้ววิทยา สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดสระแก้ว ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล แบบวัดสมรรถนะ ทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารและแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ t–test (Dependent) ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มี 4 องค์ประกอบ คือ แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐาน วัตถุประสงค์ของรูปแบบ ขั้นตอนการเรียนและการประเมินผล ซึ่งขั้นตอนการเรียนการสอนมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 สร้างแนวคิด (Creative for Thinking) ขั้นที่ 2 พิชิตความรู้ (Creative Knowledge) ขั้นที่ 3 ใส่ใจความคิดรวบยอด (Concept Attention) และขั้นที่ 4 ตรวจสอบและประยุกต์ใช้ (Check and Apply) และผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบมีค่าเฉลี่ย 4.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 ซึ่งมีความเหมาะสมระดับมาก 2) ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.32, $S.D.$ = 0.53) 3) ผลการประเมินการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า โดยภาพรวมครูมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60, $S.D.$ = 0.50)

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล, วัชรินทร์ เกษร์สุวรรณ, มนต์เมืองใต้ รอดอยู่, ศศิธร ศรีพรหม และกนิษฐา เชาว์วัฒนกุล (2564, น. 38-58) ได้ทำการการพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการพีอีแอลอาร์ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแนวทำงปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ และ 2) ศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการพีอีแอลอาร์ ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 35 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกหลังจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการสะท้อนคิดหลังการเปิดชั้นเรียน และแบบประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์จากชิ้นงานรวบยอด วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการพีอีแอลอาร์ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพที่เน้นเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1.1) ขั้นเตรียมการ เตรียมพร้อมสำหรับการเรียน 1.2) ขั้นสำรวจ เน้นอธิบายเฉพาะสาระสำคัญที่จำเป็นต่อการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 1.3) ขั้นสร้างประสบการณ์ ให้นักเรียนนำเสนอผลงานการเรียนรู้ของตนเองกับเพื่อน และใช้ผลงำนนั้นเป็นสื่อกำรเรียนรู้และ 1.4) ขั้นสะท้อนผล ให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ และสะท้อนกระบวนการที่ใช้หาคำตอบ และ 2) สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนกำรพีอีแอลอาร์ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ พบว่าภาพรวมนักเรียนมีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสัมฤทธิ์ผล เมื่อพิจารณาแยกเป็นระดับสมรรถนะพบว่านักเรียนจำนวนร้อยละ 48.57 มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับเป็นแบบอย่างได้และนักเรียนร้อยละ 51.43 มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสัมฤทธิ์ผล

นวพล นนทภา (2565, น. 112-122) ได้ทำการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เรื่องเชิงคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของไวกอตสกี้ที่มีการช่วยเสริมสมรรถนะเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาบริบทความต้องการการส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ 2) พัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เรื่องเชิงคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของไวกอตสกี้ที่มีการช่วยเสริมสมรรถนะ และ 3) ประเมินการใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เรื่องเชิงคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของไวกอตสกี้ที่มีการช่วยเสริมสมรรถนะ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 120 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล การวิเคราะห์งานเขียน การบรรยายเชิงวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติ ทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) การศึกษาบริบทความต้องการการส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เนื้อหาจำนวนและการดำเนินการ อยู่ในระดับต่ำ เนื้อหาการวัด ระดับต่ำ เนื้อหา

เรขาคณิต ระดับต่ำ 2) กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เรื่องเชิงคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของไวกอตสกี้ที่มีการช่วยเสริมสมรรถนะ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน และ 3) คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เรื่องเชิงคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของไวกอตสกี้ที่มีการช่วยเสริมสมรรถนะ และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัตติกาล พลศรี และรามนรี นนทภา (2566, น. 167-182) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้อง คือ ห้อง 1/9 จำนวนนักเรียน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 9 แผน 2) แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 4 สมรรถนะ จำนวน 12 ข้อ โดยมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์งานเขียนนำเสนอด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า 1) การศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง มีประสิทธิภาพ 70.01/70.75 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเรียงตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่เด่นของนักเรียน เรียงตามความสามารถในการใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์สูงไปต่ำ คือ สมรรถนะที่ 2 การใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) สมรรถนะที่ 1 การคิด / แปลงปัญหา (Formulate: F) สมรรถนะที่ 3 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R) สมรรถนะที่ 4 การตีความและการประเมิน (Interpret and Evacuate: I) ตามลำดับ

อัครพล พรมตรุษ และสายฝน วิบูลรังสรรค (2566, น. 1-17) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิผล 2) ศึกษาผลทดลองใช้ และ 3) ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การวิจัยและพัฒนาดำเนินการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ขั้นสร้างและหาประสิทธิผล

ประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 สถานการณ์ และ 3) เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกแบบแยกองค์ประกอบ 2. ขั้นทดลองใช้ โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 11 คน และ 3. ขั้นศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน โดยสอบถามด้วยแบบสอบถามแบบปลายเปิด ผลวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.64, S.D. = 0.45) และค่าดัชนีประสิทธิผลทุกสมรรถนะมากกว่า 0.5 2) นักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้นทุกสมรรถนะ โดยผ่านกระบวนการ 3 ระยะ ได้แก่ ระยะ 1 สร้างความสามารถ ระยะ 2 เกิดความชำนาญ และระยะ 3 เกิดสมรรถนะ ซึ่งสมรรถนะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอยู่ในระดับดีเยี่ยม และ 3) ความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า เกิดแรงจูงใจภายในเรียนรู้การทำงานเป็นทีม เรียนรู้วิธีการเรียนรู้ เกิดการพัฒนาตนเอง และความรู้พื้นฐานและเจตคติมีผลต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ พบว่าการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนนั้นสามารถทำได้โดยการนำแนวคิดและทฤษฎีที่หลากหลายมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชัน การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้ของไวกอตสกี้ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เด่นชัด คือ การใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) รองลงมาคือ การคิด / แปลงปัญหา (Formulate: F) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R) และการตีความและการประเมิน (Interpret and Evacuate: I) เป็นสมรรถะที่เด่นชัดน้อยที่สุด

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.8.2.1 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์

Kaushik Das (2019, pp. 19-28) ได้ทำการวิจัย เรื่อง บทบาทของ ICT กับการสอนคณิตศาสตร์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ค้นหาทัศนคติของครูคณิตศาสตร์ต่อการใช้ ICT 2) เพื่อค้นหาทัศนคติของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่มีพื้นฐานต่อการใช้ ICT 3) เพื่อค้นหาผู้สอนที่มีประสบการณ์ในระดับต่าง ๆ เกี่ยวกับทัศนคติต่อ ICT 4) เพื่อศึกษาการสอนคณิตศาสตร์ร่วมกับการใช้ ICT 5) เพื่อศึกษาการสอนในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ร่วมกับ ICT และ 6) เพื่อค้นหาเครื่องมือ ICT ที่ใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ที่วิทยาลัยฝึกอบรมครู เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การรวบรวมบทความ วารสาร วิทยานิพนธ์ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และเว็บไซต์ มาตีความสังเกตุและอภิปราย การวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการบูรณาการความรู้และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เข้ากับการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัยครูและโรงเรียน โดยประโยชน์ของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) มีดังนี้ ช่วยให้เข้าถึงข้อมูล

ดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative learning) สามารถเกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

Ahmet Oğuz Akçay, Engin Karahan and Mehmet Bozan (2021, pp. 1-21) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการใช้เทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน: การศึกษาวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis) ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดเผยผลของการใช้เทคโนโลยีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับประถมศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ โดยได้รวบรวมการวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้เทคโนโลยีในการสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2013 ถึง 2019 มาวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis) พบว่า ขนาดของผล (Effect size) เท่ากับ 0.483 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระดับชั้นกับการใช้เทคโนโลยี ระยะเวลาของการศึกษา ประเภทของการศึกษา และผลการศึกษาต่างประเทศและในประเทศ พบว่าเทคโนโลยีที่ใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษามีผลในทางที่ดีเพียงเล็กน้อยต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Umesh Awasthi (2021, p. 9) ได้ทำการวิจัย เรื่อง เทคโนโลยีดิจิทัลในการศึกษาคณิตศาสตร์ : กรณีศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการศึกษาคณิตศาสตร์และเพื่อวิเคราะห์โอกาสและความท้าทายของการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ศึกษา การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลโดยการเยี่ยมชมวิทยาเขต 2 แห่ง ได้แก่ วิทยาเขต Mahendra Ratna และวิทยาเขต Sanothimi Multiple ในหุบเขากาฐมาณฑุ เป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์ รวบรวมข้อมูลโดยใช้ตารางการสัมภาษณ์และแบบสังเกตห้องเรียน มีการคัดเลือกครูคณิตศาสตร์ 2 คน และนักศึกษาคณิตศาสตร์ระดับปริญญาตรีและปริญญาโท 6 คน ข้อมูลที่รวบรวมได้รับการวิเคราะห์และตีความตามหัวข้อต่าง ๆ ตามกรอบแนวคิด และใช้วิธีการตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีรวบรวมข้อมูล (Method triangulation) ในการสรุปการวิจัย ผลวิจัยพบว่า การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีเพิ่มขึ้นทุกวัน และนักเรียนคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่กำลังฝึกฝนเทคโนโลยีดิจิทัลในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นอกจากนี้ เทคโนโลยีดิจิทัลยังมอบโอกาสที่ดีให้กับโรงเรียนและมหาวิทยาลัยในด้านการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการสอนและการเรียนรู้ เทคโนโลยียังมอบโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้มากขึ้นและได้รับแรงบันดาลใจในการเรียนรู้จากการใช้เทคโนโลยี แนวคิดเชิงนามธรรมของคณิตศาสตร์ถูกแสดงเป็นภาพผ่านการใช้ GeoGebra แต่บางพื้นที่ยังไม่มีเทคโนโลยีที่พร้อมใช้งาน

Ajayi Lois Folasayo and Olajide Ibironke E. (2022, pp. 213-218) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้กลุ่ม WhatsApp ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ (STM) ในรัฐ Ekiti ประเทศไนจีเรีย มีวัตถุประสงค์การศึกษานี้เพื่อตรวจสอบผลกระทบของแพลตฟอร์มการเรียนรู้กลุ่ม WhatsApp

(WGLP) ต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ (STM) ในรัฐ Ekiti ประเทศไนจีเรีย กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนระดับชั้นมัธยมตอนปลาย 100 คนจากโรงเรียนมัธยมสองแห่งในรัฐ Ekiti โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ (STMPT) ความน่าเชื่อถือของเครื่องมือถูกกำหนดโดยใช้วิธีการทดสอบซ้ำ (Test-Retest Approach) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือเท่ากับ 0.86 ใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมานในการวิเคราะห์ข้อมูล แบบทดสอบวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนสมมติฐานทั้งหมดทดสอบโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางสถิติแบบ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ (STM) ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนสอบและหลังสอบของนักเรียนห้องเรียน STM โดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้กลุ่ม WhatsApp และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเดิม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการวิจัย แนะนำให้ใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้กลุ่ม WhatsApp เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของนักเรียนห้องเรียน STM

Asre Ali Suleiman Al-Ramamna (2022, pp. 1-10) ได้ทำการศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการปรับปรุงผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับพื้นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดเผยผลของโปรแกรมการฝึกอบรมโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร (ICT) ในการปรับปรุงผลการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนในเขต Al-Salt โดยใช้วิธีกึ่งทดลอง (Quasi-experimental approach) กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน โดยใช้การสุ่มแบบเจาะจงจากโรงเรียน 21 แห่ง แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 25 คน และกลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามวัดบทบาทของเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร (ICT) ในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับพื้นฐาน วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 14 ข้อ และแบบสอบถามความคิดเห็นของอาจารย์ผู้ตัดสิน สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที ผลการศึกษาพบว่า 1) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่มีนัยสำคัญระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการฝึกอบรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศก่อนและหลังการทดสอบ 2) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการฝึกอบรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศก่อนและหลังการทดสอบที่เสนอ 3) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามโปรแกรมการฝึกกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนตามวิธีปกติ

Petronella Elize Saal and Marien Alet Graham (2023, pp. 1-19) ได้ทำการเปรียบเทียบการใช้เทคโนโลยีการศึกษาในรายวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างประเทศแอฟริกาใต้กับเยอรมนี การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed-method study) มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาความแตกต่างการใช้เทคโนโลยีการศึกษาของครูในวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษาในแอฟริกาใต้และเยอรมนี 2) เพื่อศึกษาอุปสรรคในการใช้เทคโนโลยีของครูจากแอฟริกาใต้และเยอรมนี 3) เพื่อเปรียบเทียบการรับรู้ของครูจากประเทศแอฟริกาใต้และเยอรมนีเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีการศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์ 4) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เทคโนโลยีการศึกษากับความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ระยะเชิงคุณภาพ กลุ่มตัวอย่าง คือ โรงเรียน 2 แห่งจากแอฟริกาใต้และโรงเรียน 2 แห่งเยอรมนี โดยการสุ่มแบบเจาะจง จากนั้นสุ่มโรงเรียนแต่ละประเทศมาประเทศละ 1 แห่ง โดยใช้การสุ่มตามความสะดวก (Convenience Sampling) และทำการสัมภาษณ์ครูคณิตศาสตร์ที่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีการศึกษาเพื่อใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ระยะเชิงปริมาณ จะมีการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิโดยใช้ข้อมูลจากครูคณิตศาสตร์ และผู้เรียนที่เข้าร่วมใน TIMSS 2019 ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น โดยเลือกโรงเรียนตามขนาดและชั้นเรียน ประเทศเยอรมนีมีครูคณิตศาสตร์จากโรงเรียน 203 แห่งและผู้เรียน จำนวน 3,437 คน และประเทศแอฟริกาใต้ครูคณิตศาสตร์จากโรงเรียน 297 แห่ง และผู้เรียน 11,891 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่าครูจากทั้งสองประเทศใช้เทคโนโลยีการศึกษาเป็นเครื่องมือในการนำเสนอ เสริมกำลัง และแก้ปัญหา และยังใช้เพื่อกระตุ้นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ นอกจากนี้ อุปสรรคต่าง ๆ เช่น การขาดแคลนแท็บเล็ต/คอมพิวเตอร์ การสนับสนุนด้านเทคนิค และการขาดการพัฒนาทางวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง เป็นอุปสรรคต่อการนำเทคโนโลยีการศึกษามาประยุกต์ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ แบบจำลองหลายระดับ (Multi-level models) ยังเปิดเผยว่าการเข้าถึงคอมพิวเตอร์และการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่บ้านมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากประเทศเยอรมัน แต่ไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติในแอฟริกาใต้

Nurazizah, Yumira Simamora and Jihan Hidayah Putri (2024, pp. 33-44) ได้ทำการพัฒนาใบงานของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning) ร่วมกับการใช้แอป Canva เพื่อปรับปรุงการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ของนักเรียนมัธยมต้น มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง การใช้งานได้จริง และประสิทธิผลของใบงานนักเรียนด้วย การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) 2) เพื่อค้นหาว่าใบงานของนักเรียน (LKPD) ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับการใช้ Canva เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านออกเขียนได้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยม Al Washliyah 8 Medan กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยม Al Washliyah 8 Medan ปีการศึกษา 2023/2024 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการรู้เรื่อง

ทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามการใช้งานของ LKPD และแบบสอบถามการตอบสนองของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้ LKPD ที่พัฒนาขึ้นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ความถูกต้อง การใช้งานจริง และประสิทธิผล เมื่อตรวจสอบความถูกต้องแล้ว ค่าเฉลี่ยของการตรวจสอบความถูกต้องของ LKPD ทั้งหมดคือ 4.42 (ถูกต้องมาก) และเช่นเดียวกับการทดสอบความสามารถในการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามการตอบสนองของนักเรียน และแบบสอบถามเชิงปฏิบัติก็ได้รับการประกาศว่าใช้ได้ เมื่อพิจารณาจากการปฏิบัติจริง ค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติจริงจากการทดลองครั้งที่ 1 จากครูคือ 82% และการตอบสนองของนักเรียนคือ 81.83% ในการทดลองครั้งที่ 2 จากครู 95% และการตอบสนองของนักเรียน 86.83% เมื่อพิจารณาจากประสิทธิผล โดยได้มีการพัฒนาใบงานนักเรียน (LKPD) คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากการทดสอบครั้งที่ 1 จาก 71.43 เป็น 89.28 ในการทดลองครั้งที่ 2

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ พบว่า การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เข้ากับการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อย่างการนำแพลตฟอร์มการเรียนรู้ WhatsApp แอปพลิเคชัน Canva และแอปพลิเคชัน Kahoot ที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย มีความสำคัญในการช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ สร้างแรงจูงใจในการเรียนอีกทั้งยังตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ช่วยให้เข้าถึงข้อมูลดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative learning) สามารถเกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ทั้งยังสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนการสอนให้เกิดความสนุกสนานอีกด้วย จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยี มีความสำคัญในการส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ช่วยให้เข้าถึงข้อมูลดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative learning) สามารถเกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

2.8.2.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

Blanca Estela Maldonado-García, Alejandra Ocampo-Díaz and May Portuguez-Castro (2022, pp. 1-20) ได้ทำการประเมินความแตกต่างในสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมต้นในช่วงสภาวะการแพร่ระบาดผ่านแพลตฟอร์ม Preparatec มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแตกต่างในสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังเปลี่ยนไปสู่ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายภายใต้สภาวะการแพร่ระบาด (COVID-19) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนจากโรงเรียนมัธยมปลาย ภาคเรียนที่ 1 ของ Prepa Tec (Tecnologico de Monterrey, Campus Cuernavaca) ช่วงอายุ 14-15 ปี จำนวน 84 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบทดสอบสมรรถนะ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบ Kruskal-Wallis H และการทดสอบ Mann-Whitney U โดยมีระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถระดับที่ 1

มีการพัฒนาเพิ่มขึ้น 57% ความสามารถระดับที่ 2 มีการพัฒนาเพิ่มขึ้น 63.6% และความสามารถระดับที่ 3 เพิ่มขึ้น 100% ผลการวิจัยระบุว่ากลยุทธ์การสอนใหม่ ๆ ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) และแบบประเมินผลที่มีความหมายมากขึ้นจะช่วยพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Stefan Buchele and Frank Feudel (2022, pp. 3-10) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงเริ่มต้นของการศึกษาอุดมศึกษาที่มหาวิทยาลัยเยอรมันนี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการเข้าสู่การศึกษาระดับอุดมศึกษาภายในทศวรรษที่ผ่านมา ประชากร คือ นักศึกษาเศรษฐศาสตร์จำนวน 3,254 คน จากมหาวิทยาลัยขนาดกลางในประเทศเยอรมันนี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2012 ถึง 2019 ซึ่งยังไม่ได้เรียนหลักสูตรคณิตศาสตร์เบื้องต้นของโปรแกรมการศึกษาเศรษฐศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างครอบคลุมประมาณ 90% ของประชากรที่ลงทะเบียนเรียน 3,076 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง เลขคณิต พีชคณิต ฟังก์ชันและแคลคูลัส แบบทดสอบจะเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การใช้เหตุผล หรือการใช้การนำเสนอวัตถุทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน สถิติที่ใช้การวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาระดับปริญญาตรีมีปัญหาเกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นจำนวนมาก สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุง เช่น การสร้างแบบจำลอง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หรือการแสดงแทนที่แตกต่างกัน มีการตรวจสอบปัญหานี้ที่มหาวิทยาลัยในเยอรมันนี โดย ความสามารถของนักเรียนในการคำนวณเชิงสัญลักษณ์ลดลง ในทางกลับกัน ประสิทธิภาพของนักศึกษาเพิ่มขึ้นในคำถามบางข้อที่มุ่งเน้นไปที่สมรรถนะของกระบวนการอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผล การคำนวณทางคณิตศาสตร์ หรือการแสดงแทน

Borislava Kirilova (2023, pp. 109-116) ได้ศึกษา เรื่อง การประเมินเพื่อมอบอำนาจการเรียนรู้ตลอดทั้งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สู่ประสบการณ์การเรียนรู้ที่แท้จริง บทความนี้ได้ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์และความท้าทายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ในฐานะเครื่องมือการสอนและการประเมิน ซึ่งเป็นแนวทางแบบคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมรูปแบบการประเมินที่เน้นการปฏิบัติและเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีการนำเสนอภาพประกอบที่จับต้องได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์แง่มุมต่าง ๆ ของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับกรอบของการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learning) โดยมีกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา 60 คนจาก American College of Sofia (ACS) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสังเกตในชั้นเรียน แบบสอบถามปลายเปิด แบบสำรวจ และการสัมภาษณ์ส่วนตัว ผลการศึกษาพบว่าการประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนผ่านงานที่ใช้ปัญหาเป็นฐานไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มการพัฒนา

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแบบปกติ แต่ยังส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตอีกด้วย

Chipo Makamure and Zingiswa M. Jojo (2023, pp. 1-15) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง บทบาทของกิจกรรมการเรียนรู้แบบประเมินผลอย่างต่อเนื่อง (Continuous Assessment Learning Activities : CALA) ในการเสริมสร้างสมรรถนะและความเชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ในผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความสำคัญและการมีส่วนร่วมของ CALA ต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากครูโรงเรียนมัธยมศึกษา รายวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 10 คน จากการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบประเมินผลอย่างต่อเนื่อง (Continuous Assessment Learning Activities : CALA) เป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าและด้วยการฝึกอบรมและประสบการณ์ของครูส่งผลให้องค์ประกอบและประสิทธิภาพของการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ครบถ้วนและสมบูรณ์ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ร่วมกับ CALA จึงมีประโยชน์ต่อการส่งเสริมและความเชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ในผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา

Maruja Dionisia Baldeón De La Cruz, Melba Rita Vasquez Tomás, Judith Soledad Yangali Vicente and Jhon Holguin-Alvarez (2023, pp. 2230-2245) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ด้วยการประยุกต์ห้องเรียนแบบกระจก (Mirror classes) ในการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินห้องเรียนแบบกระจก (Mirror classes) ซึ่งเป็นกลยุทธ์การสอนเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการแก้ปัญหาของนักเรียนขั้นพื้นฐานในโรงเรียน 2 แห่งในเมืองลิมา ประเทศเปรู กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 คน เลือกจากนักเรียนทั้งหมด 64 คน โดยใช้การสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic test) เรื่อง การคูณ 2) แผนการสอนโดยใช้ห้องเรียนแบบกระจก (Mirror classes) เรื่อง การคูณและการหาร และ 3) แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถิติทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า ห้องเรียนแบบกระจกสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการแข่งขันและสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนการศึกษาขั้นพื้นฐานได้

Apolinario Apolinario Nury (2024, pp. 255-260) ได้ศึกษา เรื่อง การใช้โปรแกรม Moodle เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบแพลตฟอร์มการเรียนรู้เสมือนจริงสำหรับ Francisco Pizarro Educational Unit โดยใช้โมเดลการสอนของ Moodle ซึ่งช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ง่ายขึ้น การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยอาศัยประสบการณ์ การสังเกตและการวิเคราะห์ข้อเท็จจริง ใช้แบบสำรวจและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ มีนักศึกษาเข้าร่วม 74 คน สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test

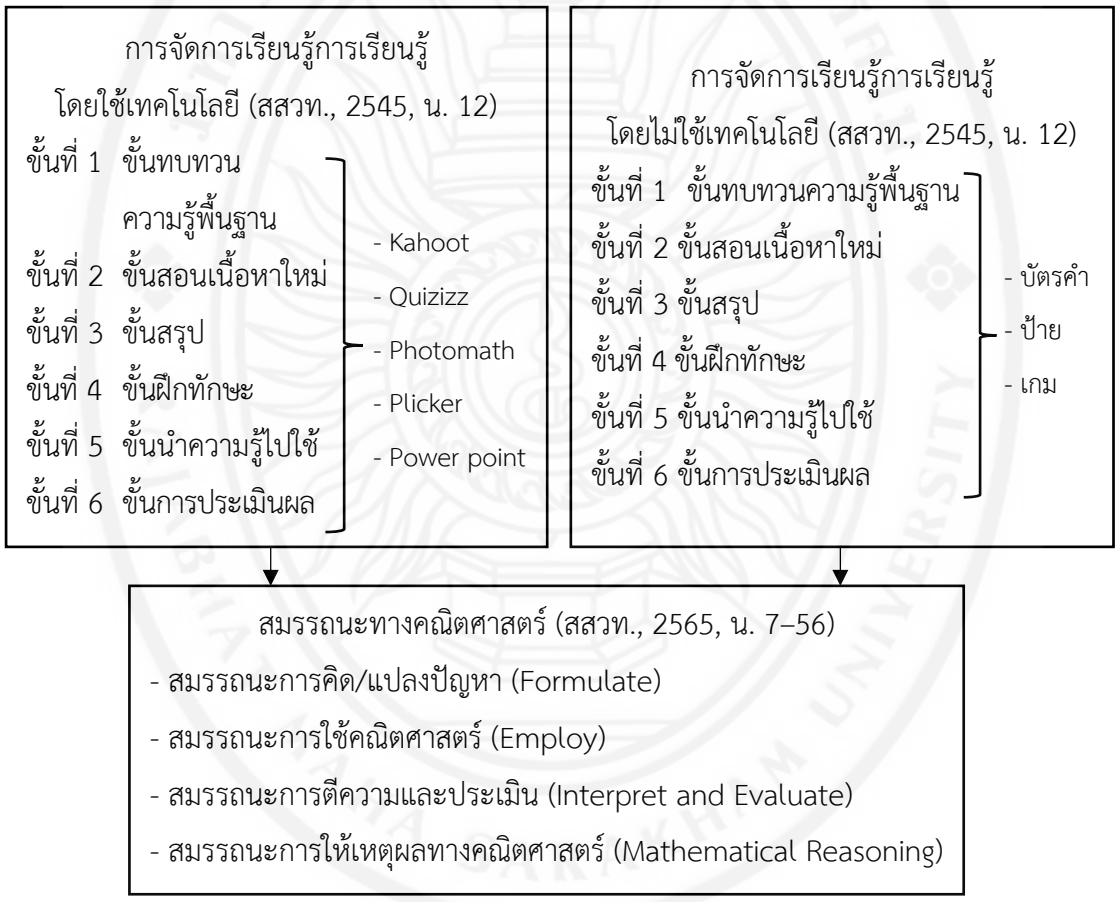
ผลการศึกษาพบว่า การประยุกต์ใช้โปรแกรม Moodle มีผลเชิงบวกต่อการเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง แม้ว่าจะไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญในกลุ่มควบคุม แต่กลุ่มทดลองมีการพัฒนาที่โดดเด่น การค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่าแบบจำลอง Moodle ซึ่งมีพื้นฐานมาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เสนอโดย Ed Dubinsky ในช่วงปี 1980 มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Elmira Saparbayeva, Marzhan Abdualiyeva, Yerlan Torebek, Nurlibay Madiyarov and Abay Tursynbayev (2024, pp. 1-16) การใช้ประโยชน์จากเครื่องมือดิจิทัลเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในหมู่นักศึกษาวิศวกรรมก่อสร้าง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการบูรณาการกิจกรรมเทคโนโลยีการออกแบบที่มีต่อการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาวิศวกรรมก่อสร้าง วิธีการแบบผสมผสานเปรียบเทียบการจัดหลักสูตรโดยมีและไม่มีเครื่องมือดิจิทัลในมหาวิทยาลัยในคาซัคสถานและตุรกี กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาจากมหาวิทยาลัย Mukhtar Auezov South Kazakhstan และมหาวิทยาลัย MEF จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้น วิธีการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพร่วมกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test ผลการวิจัย พบว่ากลุ่มทดลองทำคะแนนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้งมหาวิทยาลัย Mukhtar Auezov South Kazakhstan และมหาวิทยาลัย MEF ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวความคิดที่เพิ่มขึ้นและความสามารถในการแก้ปัญหาเมื่อใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา การสัมภาษณ์ยังชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกอบรมในปัจจุบันของ Mukhtar Auezov South Kazakhstan University ครอบคลุมการออกแบบการเรียนการสอนด้วยเครื่องมือดิจิทัลทางคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวางมากขึ้น ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงประโยชน์การเรียนรู้ที่วัดผลได้จากการผสมผสานเทคโนโลยี เช่น ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบไดนามิก และเครื่องคำนวณกราฟ เพื่อปรับปรุงการศึกษาด้านวิศวกรรมการก่อสร้าง

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนยังขาดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ การนำแนวคิดและทฤษฎีทางการศึกษามาใช้ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) กิจกรรมการเรียนรู้แบบประเมินผลอย่างต่อเนื่อง (Continuous Assessment Learning Activities) ห้องเรียนแบบกระจก (Mirror classes) ร่วมกับเทคโนโลยี อย่างโปรแกรม Moodle อีกทั้งอาศัยประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน จึงจะสามารถส่งเสริมประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่ท้าทายหรือปัญหาที่พบเจอในโลกชีวิตจริง ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้

2.9 กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี ซึ่งสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มี 4 สมรรถนะหลัก ได้แก่ สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ สมรรถนะการตีความและประเมิน และสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6 ขั้นตอน และผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี ได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

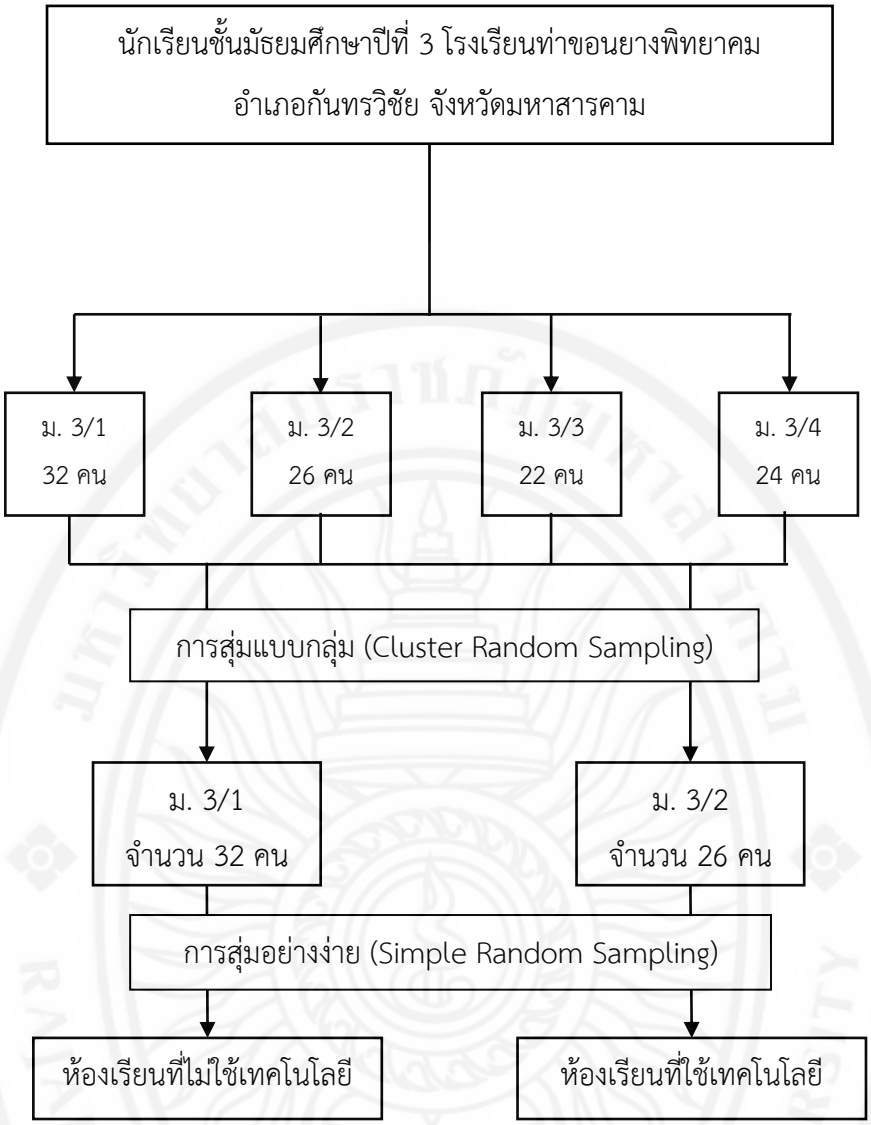
ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกประชากร และกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 104 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 2 ห้อง จำนวนนักเรียน 58 คน ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และผู้วิจัยได้ทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple random sampling) ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี ผู้วิจัยสุ่มได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวนนักเรียน 32 คน และห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี ผู้วิจัยสุ่มได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวนนักเรียน 26 คน ซึ่งแสดงรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้หาเครื่องมือที่ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

3.2.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

3.2.3 แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 11 ข้อ ประกอบด้วย

แบบทดสอบสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา 3 ข้อ

แบบทดสอบสมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ 3 ข้อ

แบบทดสอบสมรรถนะการตีความและประเมินผล 2 ข้อ

แบบทดสอบสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3 ข้อ

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3.1.2 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3.1.3 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยมีขั้นตอน 6 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย 1) ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน 2) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 3) ขั้นสรุป 4) ขั้นฝึกทักษะ 5) ขั้นนำความรู้ไปใช้ และ 6) ขั้นการประเมินผล จำนวน 12 แผน ใช้เวลาแผนละ 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

แผนที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
1	ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของพีระมิด	1
2	การหาปริมาตรของพีระมิด	1
3	การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด	1

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
4	การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิดไปใช้ในชีวิตจริง	1
5	ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของกรวย	1
6	การหาปริมาตรของกรวย	1
7	การหาพื้นที่ผิวของกรวย	1
8	การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวยไปใช้ในชีวิตจริง	1
9	ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของทรงกลม	1
10	การหาปริมาตรของทรงกลม	1
11	การหาพื้นที่ผิวของทรงกลม	1
12	การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลมไปใช้ในชีวิตจริง	1

จากตารางที่ 3.1 พบว่า เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีเนื้อหาดังนี้ ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของพีระมิด การหาปริมาตรของพีระมิด การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิดไปใช้ในชีวิตจริง ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของกรวย การหาปริมาตรของกรวย การหาพื้นที่ผิวของกรวย การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวยไปใช้ในชีวิตจริง ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของทรงกลม การหาปริมาตรของทรงกลม การหาพื้นที่ผิวของทรงกลม การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลมไปใช้ในชีวิตจริง มีจำนวนชั่วโมงทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3.3.1.4 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.3.1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ปรับปรุงจากคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก ปร.ด. (คณิตศาสตร์) ตำแหน่ง อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาเอก ปร.ด. (คณิตศาสตร์) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ และเนื้อหา

3) อาจารย์วริดา พลาศรี วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาโท สต.ม. (สถิติ) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามผู้เชี่ยวชาญทางด้านสถิติและการวิจัย

4) คุณครูปาลิดา กุลภัทรเมธา วุฒิการศึกษาสูงสุด ศษ.ม. (บริหารการศึกษา) ตำแหน่ง เชี่ยวชาญ (คศ.4) โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

5) คุณครูธารินีย์ บรรเทา วุฒิการศึกษาสูงสุด ศษ.ม. (บริหารการศึกษา) ตำแหน่ง ชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

เพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสม ด้านเนื้อหา ภาษา สถิติ การวัดและการประเมินผล และนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมกับแบบประเมิน ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้นั้น มีลักษณะการประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น. 95-100)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

โดยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60

ทั้งหมด 12 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 หมายความว่า แผนจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

3.3.1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมด้านเนื้อหาภาษาตลอดจนการวัดและการประเมินผลแล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีสื่อการเรียนการสอนที่ชัดเจน ถูกต้องและเหมาะสมกับเนื้อหา
2. ปรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนให้เหมาะสมกับเวลา

ตารางที่ 3.2 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับรูปลักษณะของพีระมิด โดยแอพพลิเคชัน Kahoot (ภาคผนวก ก) (ใช้เวลา 5 นาที)	ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับรูปลักษณะของพีระมิด โดยแอพพลิเคชัน Kahoot (ภาคผนวก ก) (ใช้เวลา 5 นาที) (F2, R1)
ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ 1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็น 4 กลุ่ม แบบคละความสามารถ จากนั้นครูแจกคิวอาร์โค้ด (QR code) ให้แต่ละกลุ่ม แล้วเปิดจอฉายภาพฉายคำถามที่เป็นโจทย์เกี่ยวกับรูปคลี่ของพีระมิด จำนวน 4 ข้อ เพื่อให้นักเรียนตอบ แล้วครูใช้แอปพลิเคชัน Plickers ในการสแกนคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม (ภาคผนวก ข)	ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ 1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็น 4 กลุ่ม แบบคละความสามารถ จากนั้นครูแจกคิวอาร์โค้ด (QR code) ให้แต่ละกลุ่ม แล้วเปิดจอฉายภาพฉายคำถามที่เป็นโจทย์เกี่ยวกับรูปคลี่ของพีระมิด จำนวน 4 ข้อ เพื่อให้นักเรียนตอบ แล้วครูใช้แอปพลิเคชัน Plickers ในการสแกนคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม (ภาคผนวก ข)

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
2. ให้แต่ละกลุ่มคำนวณหาพื้นที่รูปคลี่ของพีระมิดที่กลุ่มตนได้ (ภาคผนวก ค) (ใช้เวลา 15 นาที)	2. ให้แต่ละกลุ่มคำนวณหาพื้นที่รูปคลี่ของพีระมิดที่กลุ่มตนได้ (ภาคผนวก ค) (ใช้เวลา 15 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, I2, R1, R2)
ขั้นที่ 3 สรุป ให้แต่ละกลุ่มสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิว และนำเสนอขั้นตอนการหาพื้นที่ผิวพีระมิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เพราะเหตุใดนักเรียนถึงเลือกใช้วิธีการคำนวณดังกล่าว (ใช้เวลา 5 นาที)	ขั้นที่ 3 สรุป ให้แต่ละกลุ่มสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิว และนำเสนอขั้นตอนการหาพื้นที่ผิวพีระมิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เพราะเหตุใดนักเรียนถึงเลือกใช้วิธีการคำนวณดังกล่าว (ใช้เวลา 5 นาที) (F5, F6, F7, F8, I1, R1, R2)
ขั้นที่ 4 ฝึกทักษะ ให้นักเรียนทุกคนทำ แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด” (ภาคผนวก ง) (ใช้เวลา 10 นาที)	ขั้นที่ 4 ฝึกทักษะ ให้นักเรียนทุกคนทำ แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด” (ภาคผนวก ง) (ใช้เวลา 10 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, I2, R1)
ขั้นที่ 5 นำไปใช้ 1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องการหาพื้นที่ผิวไปใช้ในชีวิตประจำวัน 2. ครูกำหนดสถานการณ์ ดังนี้ “พีระมิด ก และพีระมิด ข มีฐานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เท่ากันคือ 10 ตารางหน่วย โดยพีระมิดทั้งสามมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันคือ ความสูงของพีระมิด ก เท่ากับ 10 หน่วย สันของพีระมิด ข ยาว 10 หน่วย ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ข จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ก นักเรียนคิดว่าข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด” (ใช้เวลา 10 นาที)	ขั้นที่ 5 นำไปใช้ 1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องการหาพื้นที่ผิวไปใช้ในชีวิตประจำวัน 2. ครูกำหนดสถานการณ์ ดังนี้ “พีระมิด ก และพีระมิด ข มีฐานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เท่ากันคือ 10 ตารางหน่วย โดยพีระมิดทั้งสามมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันคือ ความสูงของพีระมิด ก เท่ากับ 10 หน่วย สันของพีระมิด ข ยาว 10 หน่วย ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ข จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ก นักเรียนคิดว่าข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด” (ใช้เวลา 10 นาที) (F5, F6, F7, F8, I1, I6, R1, R3, R6, R10)

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
ขั้นที่ 6 ประเมินผล ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูปและหาพื้นที่ผิวของพีระมิดจากโจทย์ที่กำหนดให้พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม (ภาคผนวก จ) (ใช้เวลา 5 นาที)	ขั้นที่ 6 ประเมินผล ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูปและหาพื้นที่ผิวของพีระมิดจากโจทย์ที่กำหนดให้พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม (ภาคผนวก จ) (ใช้เวลา 5 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1)
เกณฑ์การประเมินผล - นักเรียนทำแบบฝึกหัด ได้คะแนนรวม 60 % ขึ้นไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป - นักเรียนได้คะแนนรวม 60% ขึ้นไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป	เกณฑ์การประเมินผล - นักเรียนทำแบบฝึกหัด ได้คะแนนรวม 70 % ขึ้นไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป - นักเรียนได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป

3.3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และได้ผ่านการหาประสิทธิภาพแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3.2.2 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3.2.3 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยมีขั้นตอน 6 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย 1) ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน 2) ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 3) ขั้นสรุป 4) ขั้นฝึกทักษะ 5) ขั้นนำความรู้ไปใช้ และ 6) ขั้นการประเมินผล จำนวน 12 แผน ใช้เวลาแผนละ 1 ชั่วโมง

3.3.2.4 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.3.2.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ปรับปรุงจากคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

เหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสม ด้านเนื้อหา ภาษา สถิติ การวัดและการประเมินผล และนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมกับแบบประเมิน ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้นั้น มีลักษณะการประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ ลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น. 95-100)

โดยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60

ทั้งหมด 12 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 หมายความว่า แผนจัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

3.3.2.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมด้านเนื้อหาภาษาตลอดจนการวัดและการประเมินผลแล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

1. ปรับรูปแบบการเขียนขั้นตอนให้มีเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีความกระชับ และมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. แก้คำผิด และใช้คำให้เหมาะสม

ตารางที่ 3.3 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับรูปลักษณะของพีระมิด แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คละความสามารถ โดยครูโชว์พีระมิดที่ครูเตรียมไว้ (ภาคผนวก ก) บนกระดาน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มช่วยกันตอบว่าเป็นพีระมิดชนิดใดบ้าง (ใช้เวลา 5 นาที)	ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับรูปลักษณะของพีระมิด แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คละความสามารถ โดยครูโชว์พีระมิดที่ครูเตรียมไว้ (ภาคผนวก ก) บนกระดาน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มช่วยกันตอบว่าเป็นพีระมิดชนิดใดบ้าง (ใช้เวลา 5 นาที) (F2, R1)
ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ 1. แจกพีระมิดจากขั้นทบทวนความรู้เดิมให้กลุ่มละ 1 พีระมิด จากนั้นให้นักเรียนคลี่พีระมิดออกเป็นรูปสองมิติ ให้แต่ละกลุ่มตอบว่ารูปคลี่พีระมิดของกลุ่มตนเองประกอบด้วยรูปใดบ้าง (ภาคผนวก ข) 2. ให้แต่ละกลุ่มคำนวณหาพื้นที่รูปคลี่ของพีระมิดที่กลุ่มตนได้ (ภาคผนวก ค) เพราะเหตุใดนักเรียนถึงเลือกใช้วิธีการคำนวณดังกล่าว (ใช้เวลา 15 นาที)	ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ 1. แจกพีระมิดจากขั้นทบทวนความรู้เดิมให้กลุ่มละ 1 พีระมิด จากนั้นให้นักเรียนคลี่พีระมิดออกเป็นรูปสองมิติ ให้แต่ละกลุ่มตอบว่ารูปคลี่พีระมิดของกลุ่มตนเองประกอบด้วยรูปใดบ้าง (ภาคผนวก ข) 2. ให้แต่ละกลุ่มคำนวณหาพื้นที่รูปคลี่ของพีระมิดที่กลุ่มตนได้ (ภาคผนวก ค) เพราะเหตุใดนักเรียนถึงเลือกใช้วิธีการคำนวณดังกล่าว (ใช้เวลา 15 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1, R2)
ขั้นที่ 3 สรุป ให้แต่ละกลุ่มสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิว และนำเสนอขั้นตอนการหาพื้นที่ผิวพีระมิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เพราะเหตุใดนักเรียนถึงเลือกใช้วิธีการคำนวณดังกล่าว (ใช้เวลา 5 นาที)	ขั้นที่ 3 สรุป ให้แต่ละกลุ่มสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิว และนำเสนอขั้นตอนการหาพื้นที่ผิวพีระมิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เพราะเหตุใดนักเรียนถึงเลือกใช้วิธีการคำนวณดังกล่าว (ใช้เวลา 5 นาที) (F5, F6, F7, F8, I1, R1, R2)

(ต่อ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
ขั้นที่ 4 ฝึกทักษะ ให้นักเรียนทุกคนทำ แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด” (ภาคผนวก ง) (ใช้เวลา 10 นาที)	ขั้นที่ 4 ฝึกทักษะ ให้นักเรียนทุกคนทำ แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด” (ภาคผนวก ง) (ใช้เวลา 10 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1)
ขั้นที่ 5 นำไปใช้ 1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องการหาพื้นที่ผิวไปใช้ในชีวิตประจำวัน 2. ครูกำหนดสถานการณ์ ดังนี้ “พีระมิด ก และพีระมิด ข มีฐานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เท่ากันคือ 10 ตารางหน่วย โดยพีระมิดทั้งสามมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันคือ ความสูงของพีระมิด ก เท่ากับ 10 หน่วย สันของพีระมิด ข ยาว 10 หน่วย ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ข จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ก นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด” (ใช้เวลา 5 นาที)	ขั้นที่ 5 นำไปใช้ 1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องการหาพื้นที่ผิวไปใช้ในชีวิตประจำวัน 2. ครูกำหนดสถานการณ์ ดังนี้ “พีระมิด ก และพีระมิด ข มีฐานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เท่ากันคือ 10 ตารางหน่วย โดยพีระมิดทั้งสามมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันคือ ความสูงของพีระมิด ก เท่ากับ 10 หน่วย สันของพีระมิด ข ยาว 10 หน่วย ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ข จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ก นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด” (ใช้เวลา 5 นาที) (F5, F6, F7, F8, I1, I6, R1, R3, R6, R10)
ขั้นที่ 6 ประเมินผล ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูปและหาพื้นที่ผิวของพีระมิดจากโจทย์ที่กำหนดให้พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม (ภาคผนวก จ) (ใช้เวลา 5 นาที)	ขั้นที่ 6 ประเมินผล ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูปและหาพื้นที่ผิวของพีระมิดจากโจทย์ที่กำหนดให้พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม (ภาคผนวก จ) (ใช้เวลา 5 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1)
เกณฑ์การประเมินผล - นักเรียนทำแบบฝึกหัด ได้คะแนนรวม 60 % ขึ้น ไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป - นักเรียนได้คะแนนรวม 60% ขึ้นไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป	เกณฑ์การประเมินผล - นักเรียนทำแบบฝึกหัด ได้คะแนนรวม 70 % ขึ้น ไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป - นักเรียนได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป

3.3.2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยีที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และได้ผ่านการหาประสิทธิภาพแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.3 แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ในการสร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 ศึกษา ค้นคว้า หนังสือ บทความ หลักการวิธีการสร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และเกณฑ์การให้คะแนน

3.3.3.2 ศึกษาเนื้อหา มาตรฐานและตัวชี้วัดวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3.3.3.3 ศึกษาหลักการวิธีการสร้าง และหาคุณภาพแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

3.3.3.4 สร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 18 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร แบบอัตนัย ปรากฏดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 จำนวนข้อสอบที่สร้างแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 11 ข้อ ที่สอดคล้องกับเนื้อหา

ข้อที่	เนื้อหา	สร้าง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1	การหาปริมาตรของพีระมิด	2	1
2	การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด	2	2
3	การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิดไปใช้ในชีวิตจริง	2	1
4	การหาปริมาตรของกรวย	2	2
5	การหาพื้นที่ผิวของกรวย	2	1
6	การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวยไปใช้ในชีวิตจริง	2	1
7	การหาปริมาตรของทรงกลม	2	1
8	การหาพื้นที่ผิวของทรงกลม	2	1

(ต่อ)

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

9	การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลมไปใช้ในชีวิตจริง	2	1
รวม		18	11

จากนั้นนำเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการ

3.3.3.5 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อประเมินความคิดเห็นที่มีต่อแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา การวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

1. แก้คำที่เขียนผิด

2.แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ให้คลอบคลุมเนื้อหา

ตารางที่ 3.5 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
3. มหาพีระมิดแห่งกีซา นับเป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลกยุคโบราณหนึ่งเดียวที่ยังคงอยู่มาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นพีระมิดขนาดใหญ่ตั้งอยู่ที่เมืองกีซาในประเทศอียิปต์ ถูกสร้างขึ้นเมื่อประมาณ 4,600 ปีมาแล้ว ถ้าพีระมิดนี้มีความสูง	3. มหาพีระมิดแห่งกีซา นับเป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลกยุคโบราณหนึ่งเดียวที่ยังคงอยู่มาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นพีระมิดขนาดใหญ่ตั้งอยู่ที่เมืองกีซาในประเทศอียิปต์ ถูกสร้างขึ้นเมื่อประมาณ 4,600 ปีมาแล้ว ถ้าพีระมิดนี้มีความสูง

(ต่อ)

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
ประมาณ 150 เมตร ความยาวรอบฐานประมาณ 960 เมตร และมีปริมาตรประมาณ 2,880,000 ลูกบาศก์เมตร อยากทราบว่าพีระมิดนี้จะมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมก้านเท่าหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)	ประมาณ 150 เมตร ความยาวรอบฐานประมาณ 960 เมตร และมีปริมาตรประมาณ 2,880,000 ลูกบาศก์เมตร อยากทราบว่าพีระมิดนี้จะมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะเหตุใด (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)

3.3.3.6 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่คณะกรรมการปรึกษาวิทยานิพนธ์ ให้ข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item–Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น -1

3.3.3.7 ผู้วิจัยนำผลการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมทั้ง 5 ท่าน มาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC และเลือกข้อคำถามที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 266-278)

3.3.3.8 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้ สอดคล้อง จะมีคะแนนเป็น +1 ไม่แน่ใจ จะมีคะแนนเป็น 0 ไม่สอดคล้องจะมีคะแนนเป็น -1

3.3.3.9 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 262-263) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 0.80 จำนวน 4 ข้อ และข้อสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 1 ทั้งหมดจำนวน 7 ข้อ

3.3.3.10 นำแบบทดสอบเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญมาทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม จำนวน 24 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเคยเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรมาก่อน ผลการทดลองใช้พบว่าแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวัดความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เพราะแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา และเกณฑ์ประเมินที่ สามารถวัดและประเมินผลได้จริง แล้วนำผลการ Try-Out มาวิเคราะห์ หาค่า ความยากง่าย อำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่น

3.3.3.11 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ อยู่ในช่วง 0.21-0.58 และค่าอำนาจจำแนกจากการวิเคราะห์วิทนีย์และซาเบอร์สของแบบทดสอบอยู่ในช่วง 0.500-0.611 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ถึง 1.00 จำนวน 11 ข้อ

3.3.3.12 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.7 ขึ้นไป จะถือว่าข้อสอบใช้ได้ผลการวิเคราะห์ ได้ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าแบบทดสอบสมรรนถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77

3.3.3.13 นำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยวิธีการดังนี้

3.4.1 ขอหนังสือจากคณะครุศาสตร์ ส่งไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และกำหนดในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

3.4.2 ติดต่อประสานงานกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูประจำชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทบาทหน้าที่ของกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย กำหนดวันเวลาที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.3 ดำเนินการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการสอนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี จำนวน 12 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง และทำการสอนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 12 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง

3.4.4 หลังสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 11 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.4.5 ดำเนินการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยีตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อประเมินผลการวิจัย ซึ่งในการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (ฝ่ายบริการโครงการริเริ่มสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2565, น. 56 – 57) ปรากฏดังตารางที่ 3.6 ดังนี้

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การให้คะแนนสมรรถนะทางคณิตศาสตร์แบบเกณฑ์ย่อยซึ่งกำหนดประเด็นการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate : F)	1	2	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา
		1	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้แต่ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา
		0	ไม่สามารถเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ตอบ
สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ : E)	1	2	แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด
		1	แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องหรือตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
		0	ไม่แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และไม่ตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนด
สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate : I)	1	2	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด

(ต่อ)

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate : I)	1	1	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาหรือนำมาตีความได้ถูกต้องบางส่วน
		0	ไม่สามารถอธิบายได้/ไม่ตอบ
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)	2	2	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาและบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล
		1	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาหรือบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผลบางส่วน
		0	ไม่สามารถอธิบายได้/ไม่ตอบ
รวม	5	8	คิดเป็นคะแนนเต็ม 10 คะแนน

จากตารางที่ 3.6 พบว่าเกณฑ์การให้คะแนนข้างต้นสามารถกำหนดวิธีการแปลระดับคะแนนเป็นระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

0 – 3 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง

4 – 7 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

8 – 10 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

เกณฑ์การให้คะแนนระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ได้คำนวณคะแนนจากแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ จำนวน 11 ข้อ คะแนนเต็ม 104 คะแนน สามารถแบ่งได้ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ช่วงคะแนน	ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
70 – 104	สูง
35 – 69	ปานกลาง
0 – 34	ต่ำ

จากตารางที่ 3.7 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนระดับสมรรนะทางคณิตศาสตร์ ช่วงคะแนน 0 - 34 มีระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ช่วงคะแนน 35 – 69 มีระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และช่วงคะแนน 70 – 104 มีระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีดังนี้

3.5.1 การศึกษาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการหาร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด ที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะและใบกิจกรรม ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และหาร้อยละของค่าเฉลี่ยในการสอบด้วยแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2)

3.5.2 การศึกษาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการหาร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด ที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะและใบกิจกรรม ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และหาร้อยละของค่าเฉลี่ยในการสอบด้วยแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2)

3.5.3 การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี โดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analysis Description) สถิติทดสอบที กรณีกลุ่มเดียว (One-Sample t-test) วิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3.5.4 การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี โดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์

งานเขียน (Task Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analysis Description) สถิติทดสอบกรณีกลุ่มเดียว (One-Sample t-test) วิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3.5.5 เปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี โดยใช้ทดสอบทีแบบกลุ่มอิสระ (Independent Sample t-test)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือ และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.1.1 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 269) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

3.6.1.2 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคแบบอิงกลุ่ม (Cronbach's Alpha Coefficient Method) ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 288)

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S}\right] \quad (3\text{-}2)$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟา

k แทน จำนวนข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S_t^2 แทน คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน t

3.6.1.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: D) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยคำนวณจากสูตรวิทนีย์และซาเบอร์สแบบอิงกลุ่ม (Whitney and Sabers, 1970) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 308) ดังนี้

$$D = \frac{S_H - S_L}{n\left(X_{\max} - X_{\min}\right)} \quad (3\text{-}3)$$

เมื่อ D แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.1.4 การหาดัชนีความยาก (p) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่และปริมาตร โดยคำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์สแบบอิงกลุ่ม (Whitney and Sabers, 1970) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 299) ดังนี้

ดัชนีค่าความยาก $$p = \frac{S_H + S_L - (2nX_{\min})}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$ (3-4)

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

3.6.2.1 ร้อยละ (Percentage) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 321)

$$\text{ร้อยละ} = \frac{f}{N} \times 100$$ (3-5)

เมื่อ f แทน จำนวนใด ๆ ที่ต้องการหาร้อยละ

N แทน จำนวนทั้งหมด

3.6.2.2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 323)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$ (3-6)

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

x_i แทน เป็นคะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 325)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n-1}} \quad (3\text{-}7)$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

x_i แทน เป็นคะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2.4 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ วิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 โดยการหาร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและใบกิจกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และหาร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2) ใช้สูตร ดังนี้ (เผชิญ กิจระการ, 2544, น. 46-51)

สูตรการหาประสิทธิภาพด้านกระบวนการ

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{A}}{N} \times 100 \quad (3\text{-}8)$$

สูตรการหาประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{B}}{N} \times 100 \quad (3\text{-}9)$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

x แทน คะแนนรวมของงานที่ได้รับมอบหมายระหว่างเรียนใบงานและการทดสอบย่อยหลังเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้

Y แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

A แทน คะแนนเต็มของงานที่ได้รับมอบหมายระหว่างเรียนใบงานและการทดสอบย่อยหลังเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้ทุกชิ้นรวมกัน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

3.6.2.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ 70 โดยใช้สถิติทดสอบที กรณีกลุ่มเดียว (One Sample t-test) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 349)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \qquad (3\text{-}10)$$

โดยที่ $df = n - 1$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าคงที่หรือเกณฑ์ที่ต้องการเปรียบเทียบ

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2.6 สถิติที่ใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีกับไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการทดสอบทีแบบกลุ่มอิสระ (Independent Sample t-test) (ไพศาล วรคำ, 2565, น. 351-352)

กรณีที่ความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน (Pooled Variance)

$$t = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{S_p\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \qquad (3\text{-}11)$$

โดย $S_p = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$ และ $df = n_1 + n_2 - 2$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

$\overline{x_1}$, $\overline{x_2}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

S_1^2 , S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

n_1 , n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน (Separated Variance)

$$t = \frac{\overline{x_1} - \overline{x_2}}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \qquad (3\text{-}12)$$

โดย $df = \dfrac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right]^2}{\frac{\frac{S_1^2}{n_1}}{n_1 - 1} + \frac{\frac{S_2^2}{n_2}}{n_2 - 1}}$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

$\overline{x_1}$, $\overline{x_2}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

S_1^2, S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี ผลการวิจัยตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (Standard Deviation)

E_1 แทน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบฝึกหัด ใบงาน และคะแนนสอบย่อย คิดเป็นร้อยละ 70

E_2 แทน คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 70

df แทน องศาอิสระ

t แทน ค่าสถิติทดสอบที ($t-test$)

F แทน ค่าสถิติทดสอบเอฟ ($F-test$)

$Sig.$ แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

* แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษา ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับ ห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี โดยการจัดการเรียนรู้ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 เปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ระหว่างห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยศึกษาผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี พิจารณาจากการเก็บคะแนนระหว่างเรียนจากคะแนนใบกิจกรรม แบบฝึกหัด และคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 มีรายละเอียดดังนี้

การศึกษาผลการเรียนรู้ของประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (E_1/E_2) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีนำเสนอ โดยใช้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน

	คะแนนระหว่างเรียน E_1			รวม (100)	แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ E_2 (104)
	ใบกิจกรรม (40)	แบบฝึกหัด (30)	แบบทดสอบย่อย (30)		
$\bar{x}$	28.77	22.85	23.69	75.31	75.08
$S.D.$	1.79	1.89	1.25	1.77	2.11
ร้อยละ	71.92	76.15	78.97	75.31	72.19
(E_1/E_2) เท่ากับ 75.31/72.19					

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนระหว่างเรียนได้จากคะแนนใบกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 71.92 ($\bar{x}$ = 28.77, $S.D.$ = 1.79) คะแนนแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 76.15 ($\bar{x}$ = 22.85, $S.D.$ = 1.89) และ คะแนนแบบทดสอบย่อย คิดเป็นร้อยละ 78.97 ($\bar{x}$ = 23.69, $S.D.$ = 1.25) ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนระหว่างเรียน เท่ากับ 75.31 คิดเป็นร้อยละ 75.31 นั่นคือจัดการเรียนรู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 75.31 และนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เท่ากับ 75.08 ($S.D.$ = 2.11) คิดเป็นร้อยละ 72.19 นั้นคือประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 72.19 สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีตามแนวคิดสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประสิทธิภาพ 75.31/72.19 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน ครูทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและเร้าความสนใจ โดยใช้เกมง่าย ๆ อย่าง Kahoot!, Plicker

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ในคาบเวลาหรือช่วงเวลานั้น มีสื่อการสอน Power Point แสดงภาพหรือวิดิทัศน์ของเนื้อหา ตามความเหมาะสมและเนื้อหาในแต่ละชั่วโมง เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ครูผู้สอนลำดับขั้นตอนในการสอนได้ง่ายขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาใหม่นั้นหรือไม่ ให้นักเรียนร่วมสรุปเป็นหลักการและสาระเนื้อหาเข้าสู่วิธีลัดด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ให้นักเรียนฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ จากแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือชิ้นงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น

ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ ให้นักเรียนทดสอบความรู้ที่ได้เรียนไป โดยการใช้เกมทดสอบ เช่น Kahoot!, Quizizz หรือ Plicker ตามความเหมาะสมและเนื้อหาในแต่ละชั่วโมง หรือเพิ่มความยากของแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัด ด้วยการใช้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรืออาจพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผล จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระสำคัญของเรื่องที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงเรียน ควรมีการให้นักเรียนออกมานำเสนอที่หน้าชั้นเรียน เป็นการตรวจสอบความเข้าใจและการสื่อสารสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีตามแนวคิดสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีประสิทธิภาพ 75.31/72.19 ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ ทบทวนความรู้พื้นฐาน สอนเนื้อหาใหม่ สรุป ฝึกทักษะ นำความรู้ไปใช้ และการประเมินผล

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยศึกษาผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี พิจารณาจากการเก็บคะแนนระหว่างเรียนจากคะแนนใบกิจกรรม แบบฝึกหัด และคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 มีรายละเอียดดังนี้

การศึกษาผลการเรียนรู้ของประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (E_1/E_2) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี นำเสนอโดยใช้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

	คะแนนระหว่างเรียน E_1			รวม (100)	แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ E_2 (104)
	ใบกิจกรรม (40)	แบบฝึกหัด (30)	แบบทดสอบย่อย (30)		
$\bar{x}$	30.13	22.28	21.09	73.50	74.53
$S.D.$	1.80	1.27	1.00	1.20	2.12
ร้อยละ	75.31	74.27	70.31	73.50	71.66
(E_1/E_2) เท่ากับ 73.50/71.66					

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คะแนนระหว่างเรียนได้จากคะแนนใบกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 75.31 ($\bar{x}$ = 30.13, $S.D.$ = 1.80) คะแนนแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 74.27 ($\bar{x}$ = 22.28, $S.D.$ = 1.27) และ คะแนนแบบทดสอบย่อย คิดเป็นร้อยละ 70.31 ($\bar{x}$ = 21.09, $S.D.$ = 1.00) ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของคะแนนระหว่างเรียน เท่ากับ 73.50 คิดเป็นร้อยละ 73.50 นั่นคือจัดการเรียนรู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยีตามแนวทาง ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 73.50 และนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เท่ากับ 74.53 ($S.D.$ = 2.12) คิดเป็นร้อยละ 71.66 นั้นคือประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 71.66 สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยีตามแนวคิด สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประสิทธิภาพ 73.50/71.66 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน ครูทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและเร้าความสนใจ โดยใช้บัตรคำ ให้นักเรียนชูบัตรคำตอบที่ตรงกับคำถามนั้น ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ในคาบเวลาหรือช่วงเวลานั้น ควรเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาของแต่ละบทแต่ละตอน เริ่มด้วยการให้ประสบการณ์จากการใช้ของจริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และให้เด็กมีส่วนร่วมในการใช้ของจริงหลังจากใช้ภาพของจริงแล้ว ขั้นสุดท้ายคือการใช้สัญลักษณ์ นักเรียนจะสามารถนำประสบการณ์เดิมที่ได้จากของจริง/ ภาพ มาใช้ในการคิดคำนวณแก้ปัญหาโจทย์สัญลักษณ์ได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาใหม่นั้นหรือไม่ ให้นักเรียนร่วมสรุปเป็นหลักการและสาระเนื้อหาเข้าสู่วิธีลัดด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ

ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ให้นักเรียนฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ จากแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือชิ้นงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น

ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เพิ่มความยากของแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัด ด้วยการใช้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรืออาจพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผล จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระสำคัญของเรื่องที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงเรียน ควรมีการให้นักเรียนออกมานำเสนอที่หน้าชั้นเรียน เป็นการตรวจสอบความเข้าใจและการสื่อสารสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยีตามแนวคิดสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประสิทธิภาพ 73.50/71.66 ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ ทบทวนความรู้พื้นฐาน สอนเนื้อหาใหม่ สรุป ฝึกทักษะ นำความรู้ไปใช้ และการประเมินผล

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยได้ศึกษาการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พิจารณาจากแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง จากคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี นำเสนอโดยร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ห้องเรียนใช้เทคโนโลยี	ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ	$\bar{x}$	*S.D.*
แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	สูง	19	73.07	79.53	1.72
	ปานกลาง	7	26.92	63.00	1.83
	ต่ำ	0	0.00	0.00	0.00

จากตารางที่ 4.3 พบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง 19 คน คิดเป็นร้อยละ 73.07 ($\bar{x}$ = 79.53, $S.D.$ = 1.72) ระดับปานกลาง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 26.92 ($\bar{x}$ = 63.00, $S.D.$ = 1.83) และระดับต่ำ 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0.00 ($\bar{x}$ = 0.00, $S.D.$ = 0.00)

การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี จำแนกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.4

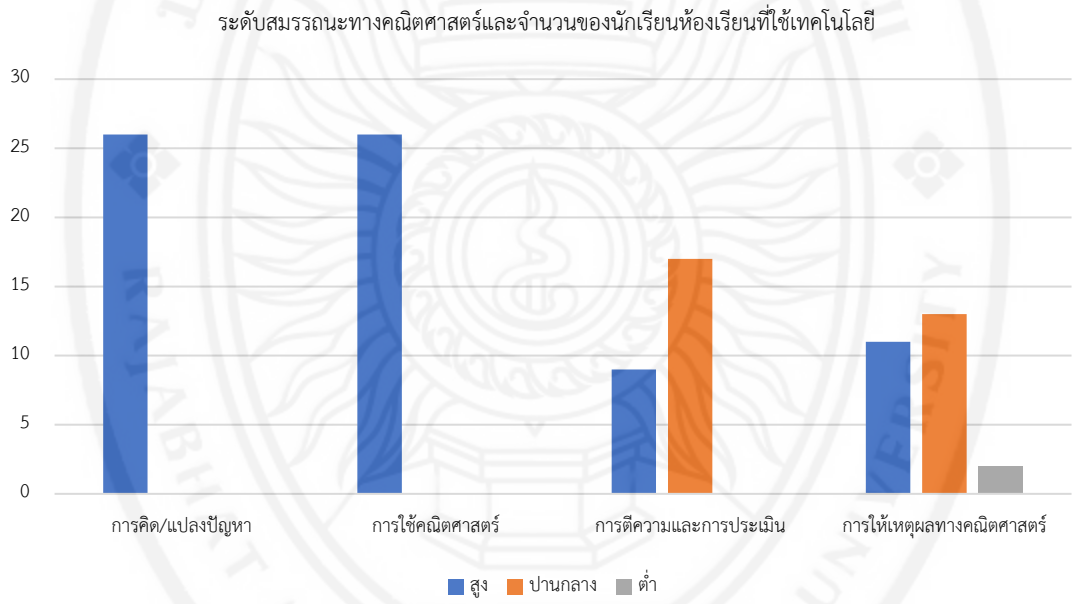
ตารางที่ 4.4 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์และระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ	$\bar{x}$	$S.D.$
การคิด / แปลงปัญหา	สูง	26	100.00	16.69	2.09
	ปานกลาง	-	-	-	-
	ต่ำ	-	-	-	-
การใช้คณิตศาสตร์	สูง	26	100.00	18.31	1.29
	ปานกลาง	-	-	-	-
	ต่ำ	-	-	-	-
การตีความและการประเมิน	สูง	9	34.62	15.11	1.17
	ปานกลาง	17	65.38	10.06	2.30
	ต่ำ	-	-	-	-
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	สูง	11	42.31	36.55	1.82
	ปานกลาง	13	50.00	23.69	2.21
	ต่ำ	2	7.69	12.50	0.71

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีมีสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 26 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 16.69 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.09 สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 26 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 18.31 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.29 สมรรถนะ

การตีความและการประเมิน (Interpret and Evacuate: I) อยู่ในระดับสูง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 34.62 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 15.11 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.17 และอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 65.38 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 10.06 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.30 สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R) อยู่ในระดับสูง จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 42.31 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 36.55 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.82 ระดับปานกลาง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 23.69 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.21 และระดับต่ำ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.69 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 12.50 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.71

ผลการศึกษาระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี ปรากฏดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และจำนวนของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี

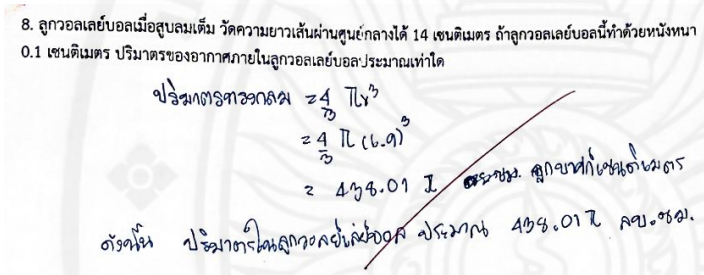
จากภาพที่ 4.1 ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี จำแนกตามคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ พบว่า สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง 26 คน เช่นเดียวกับสมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง 26 คน สมรรถนะการตีความและการประเมิน มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง 9 คน และในระดับปานกลาง 17 คน

และสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอยู่ในระดับสูง 11 คน ระดับปานกลาง 13 คน และระดับต่ำ 2 คน

การเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีรายละเอียดดังนี้

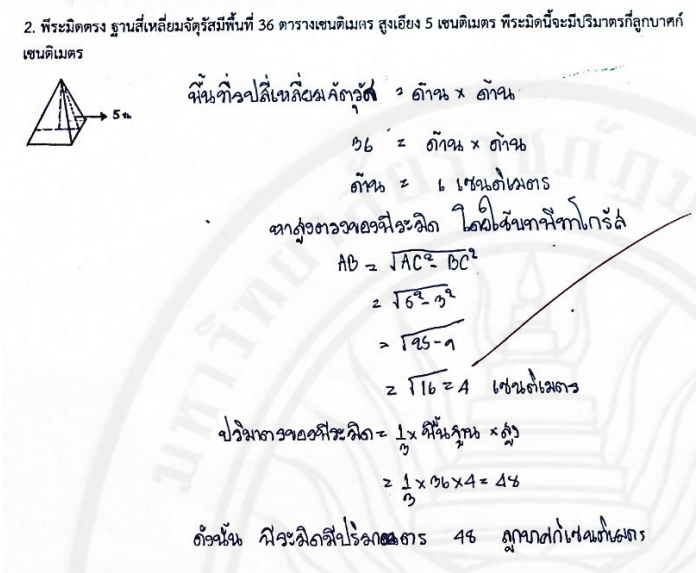
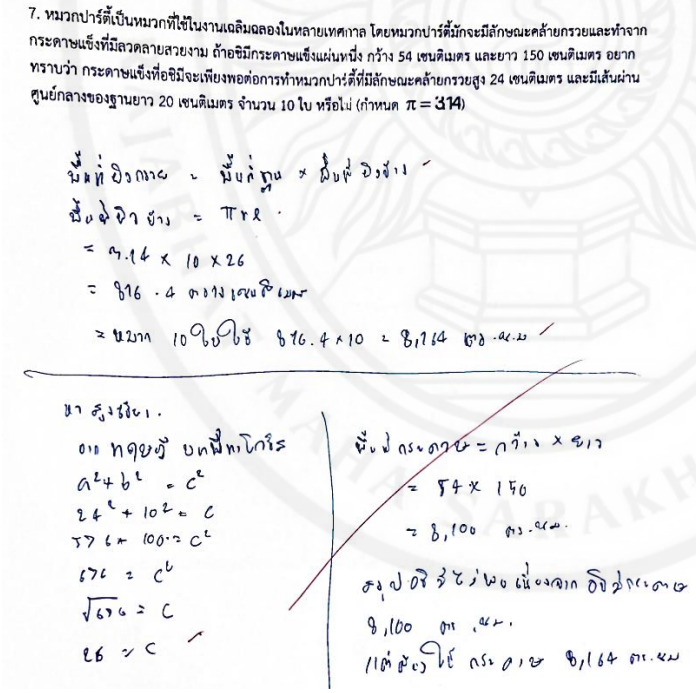
ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีที่มีระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ โดยแบ่งตามแต่ละสมรรถนะ พิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี

ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	พบว่า
สมรรถนะการคิด / แปลงปัญหา	
สูง  8. ลูกวอลเลย์บอลเมื่อสูบลมเต็ม วัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 14 เซนติเมตร ถ้าลูกวอลเลย์บอลนี้ทำด้วยหนังหนา 0.1 เซนติเมตร ปริมาตรของอากาศภายในลูกวอลเลย์บอลประมาณเท่าใด ปริมาตรทรงกลม $=\frac{4}{3}\pi r^3$ $=\frac{4}{3}\pi(6.9)^3$ $=1148.01$ ลบ.ซม. ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้น ปริมาตรในลูกวอลเลย์บอล ประมาณ 1148.01 ลบ.ซม.	นักเรียนสามารถเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา คือ นักเรียนใช้ความยาวรัศมี 6.9 เซนติเมตร ในการหาค่าของปริมาตรทรงกลม ถ้าหากนักเรียนไม่เข้าใจในโจทย์อาจจะนำความยาวรัศมี 7 เซนติเมตร มาใช้ในการหาปริมาตรของทรงกลม ซึ่งจะได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง

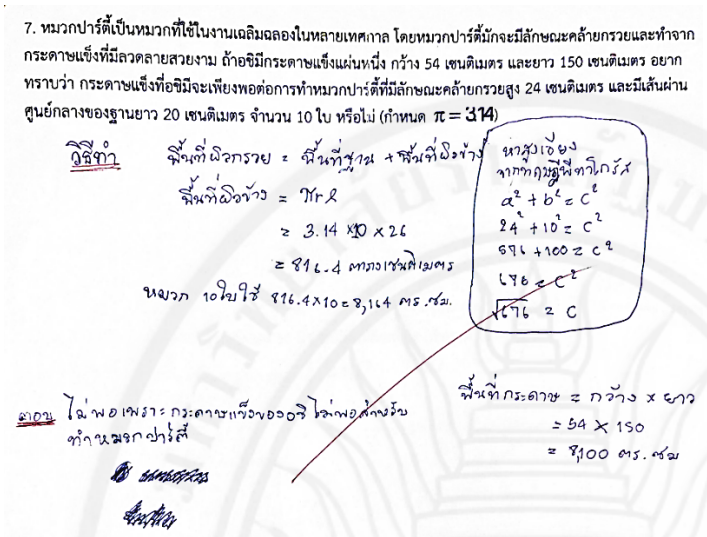
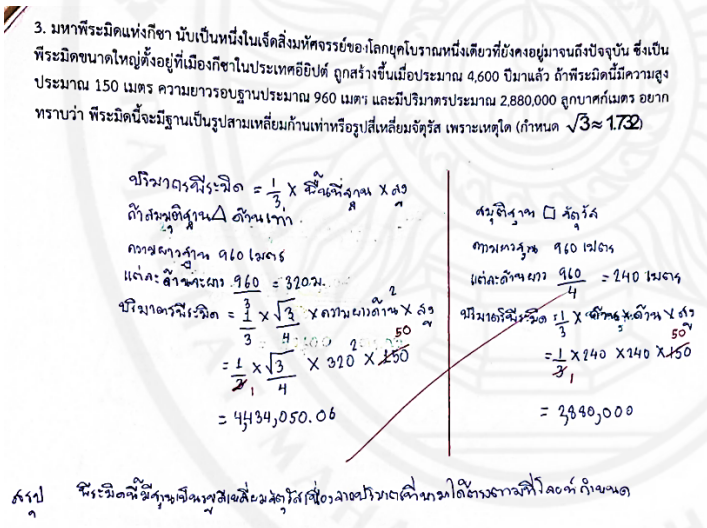
(ต่อ)

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	พบว่า
สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์	
สูง  2. พีระมิดตรง ฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ 36 ตารางเซนติเมตร สูงเอียง 5 เซนติเมตร พีระมิดนี้จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร 5 ซม. พื้นที่ผิวรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = ด้าน × ด้าน 36 = ด้าน × ด้าน ด้าน = 6 เซนติเมตร หาสูงตรงของพีระมิด โดยใช้ทฤษฎีพีทาโกรัส $AB = \sqrt{AC^2 - BC^2}$ $= \sqrt{6^2 - 3^2}$ $= \sqrt{25 - 9}$ $= \sqrt{16} = 4$ เซนติเมตร ปริมาตรของพีระมิด = $\frac{1}{3}$ × พื้นที่ฐาน × สูง $= \frac{1}{3} \times 36 \times 4 = 48$ ดังนั้น พีระมิดสี่เหลี่ยมมีปริมาตร 48 ลูกบาศก์เซนติเมตร	นักเรียนสามารถแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด นักเรียนสามารถคำนวณหาพื้นที่ฐานสี่เหลี่ยมและสามารถหาความสูงของพีระมิดได้จากการใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แล้วจึงนำค่าทั้งหมดมาใช้หาปริมาตรของพีระมิดออกมาได้อย่างถูกต้อง
สมรรถนะการตีความและการประเมิน	
สูง  7. หมวกปาร์ตี้เป็นหมวกที่ใช้ในงานเฉลิมฉลองในหลายเทศกาล โดยหมวกปาร์ตี้มักจะมีลักษณะคล้ายกรวยและทำจากกระดาษแข็งที่มีลวดลายสวยงาม ถ้าอยากมีกระดาษแข็งแผ่นหนึ่ง กว้าง 54 เซนติเมตร และยาว 150 เซนติเมตร อยากทราบว่า กระดาษแข็งที่อยากมีจะเพียงพอต่อการทำหมวกปาร์ตี้ที่มีลักษณะคล้ายกรวยสูง 24 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 10 ใบ หรือไม่ (กำหนด $\pi = 3.14$) พื้นที่ผิวกรวย = พื้นที่ฐาน + พื้นที่ผิวข้าง พื้นที่ผิวข้าง = πrl $= 3.14 \times 10 \times 26$ $= 816.4$ ตารางเซนติเมตร ทำ 10 ใบ ใช้ $816.4 \times 10 = 8,164$ ตร.ซม. หาความสูงก่อน ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส $a^2 + b^2 = c^2$ $24^2 + 10^2 = c^2$ $576 + 100 = c^2$ $676 = c^2$ $\sqrt{676} = c$ $26 = c$ พื้นที่กระดาษ = กว้าง × ยาว $= 54 \times 150$ $= 8,100$ ตร.ซม. สรุปได้ว่าไม่พอ เนื่องจาก มีกระดาษ 8,100 ตร.ซม. แต่ต้องใช้กระดาษ 8,164 ตร.ซม.	นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด คือ หลังจากที่นักเรียนทำความเข้าใจโจทย์และคำนวณหาผลลัพธ์ออกมาได้แล้ว สามารถสรุปผลได้ว่าหมวก 10 ใบ จะต้องใช้กระดาษที่มีพื้นที่ 8,164 ตารางเซนติเมตร แต่กระดาษที่มีมีพื้นที่ 8,100 ตารางเซนติเมตร จึงไม่พอที่จะทำหมวก 10 ใบได้

(ต่อ)

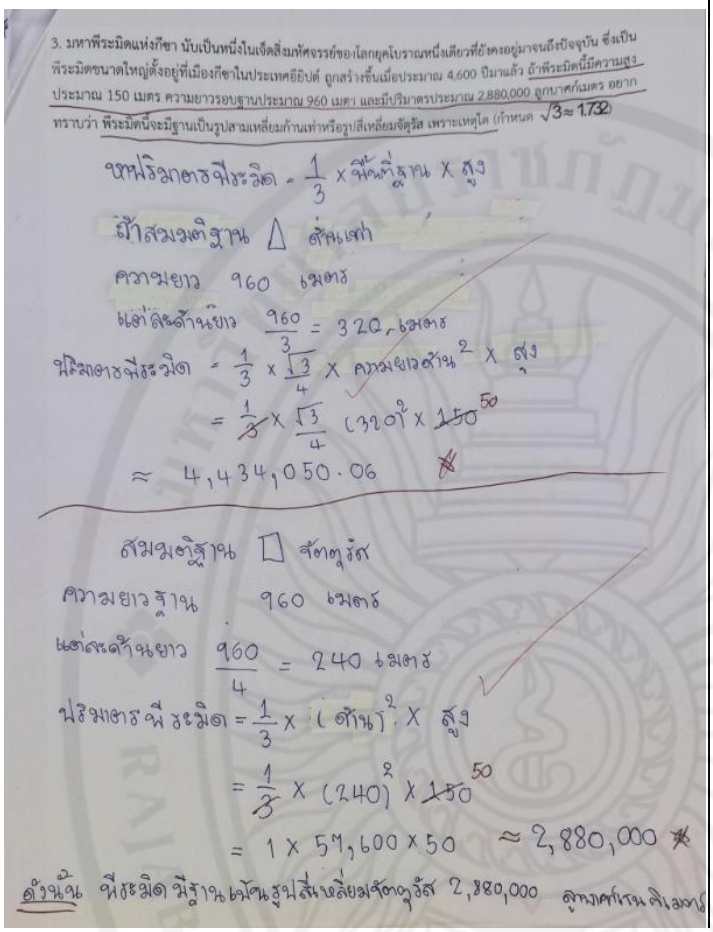
ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	พบว่า
สมรรถนะการตีความและการประเมิน	
ปานกลาง  7. หมวกปาร์ตี้เป็นหมวกที่ใช้ในงานเฉลิมฉลองในหลายเทศกาล โดยหมวกปาร์ตี้มักจะมีลักษณะคล้ายกรวยและทำจากกระดาษแข็งที่มีลวดลายสวยงาม ถ้าอิมีกระดาษแข็งแผ่นหนึ่ง กว้าง 54 เซนติเมตร และยาว 150 เซนติเมตร อยากทราบว่า กระดาษแข็งที่อิมีจะเพียงพอต่อการทำหมวกปาร์ตี้ที่มีลักษณะคล้ายกรวยสูง 24 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 10 ใบ หรือไม่ (กำหนด $\pi = 3.14$) วิธีทำ พื้นที่ผิวกรวย = พื้นที่ฐาน + พื้นที่ผิวข้าง พื้นที่ผิวข้าง = πrl = 3.14 x 10 x 26 = 816.4 ตารางเซนติเมตร หมวก 10 ใบใช้ 816.4 x 10 = 8,164 ตร.ซม. หาสูงเอียงจากทฤษฎีพีทาโกรัส $a^2 + b^2 = c^2$ $24^2 + 10^2 = c^2$ 576 + 100 = c^2 676 = c^2 $\sqrt{676} = c$ พื้นที่กระดาษ = กว้าง x ยาว = 54 x 150 = 8,100 ตร.ซม ตอบ ไม่พอเพราะกระดาษแข็งของอิมีไม่พอสำหรับทำหมวกปาร์ตี้	นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้นมีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องบางส่วน นักเรียนสามารถตีความคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังขาดเหตุผลมารองรับ
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
สูง  3. มหาพีระมิดแห่งกีซา นับเป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลกยุคโบราณหนึ่งเดียวที่ยังคงอยู่มาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นพีระมิดขนาดใหญ่ตั้งอยู่ที่เมืองกีซาในประเทศอียิปต์ ถูกสร้างขึ้นเมื่อประมาณ 4,600 ปีมาแล้ว ถ้าพีระมิดนี้มีความสูงประมาณ 150 เมตร ความยาวรอบฐานประมาณ 960 เมตร และมีปริมาตรประมาณ 2,880,000 ลูกบาศก์เมตร อยากทราบว่า พีระมิดนี้จะมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะเหตุใด (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$) ปริมาตรพีระมิด = $\frac{1}{3}$ x พื้นที่ฐาน x สูง ถ้าสมมติฐานเป็นสามเหลี่ยมด้านเท่า ความยาวฐาน 960 เมตร แต่ละด้านยาว $\frac{960}{3}$ = 320 ม. ปริมาตรพีระมิด = $\frac{1}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times$ ความยาวด้าน^2 x สูง = $\frac{1}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times 320 \times 150$ = 4434,050.06 สมมติฐานเป็นจัตุรัส ความยาวฐาน 960 เมตร แต่ละด้านยาว $\frac{960}{4}$ = 240 เมตร ปริมาตรพีระมิด = $\frac{1}{3}$ x ด้านx ด้าน x สูง = $\frac{1}{3} \times 240 \times 240 \times 150$ = 2880,000 สรุป พีระมิดนี้มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเพื่อจะปริมาตรเท่ากับที่ให้ในโจทย์	นักเรียนสามารถบอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาและบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล นักเรียนให้เหตุผลได้ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนเข้าใจถึงสิ่งที่โจทย์ถามหาและผลลัพธ์ที่หามาได้

(ต่อ)

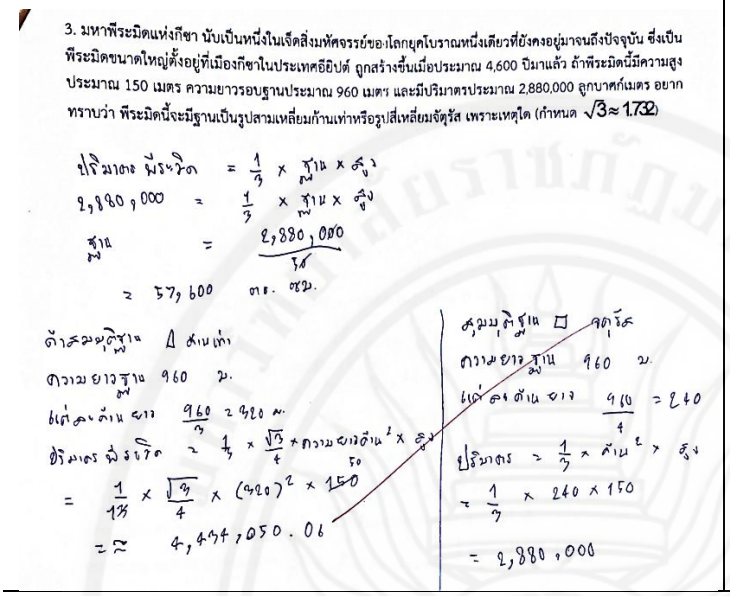
ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	พบว่า
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
ปานกลาง	นักเรียนสามารถบอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาหรือบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล นักเรียนมีการให้เหตุผล แต่ยังเป็นเหตุผลที่คลุมเคลือ ไม่ชัดเจน



(ต่อ)

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	พบว่า
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
ต่ำ  3. มหาพีระมิดแห่งกีซา นับเป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลกยุคโบราณหนึ่งเดียวที่ยังคงอยู่มาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นพีระมิดขนาดใหญ่ตั้งอยู่ที่เมืองกีซาในประเทศอียิปต์ ถูกสร้างขึ้นเมื่อประมาณ 4,600 ปีมาแล้ว ถ้าพีระมิดนี้มีความสูงประมาณ 150 เมตร ความยาวรอบฐานประมาณ 960 เมตร และมีปริมาตรประมาณ 2,880,000 ลูกบาศก์เมตร อยากทราบว่า พีระมิดนี้จะมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะเหตุใด (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$) ปริมาตร พีระมิด = $\frac{1}{3}$ × ฐาน × สูง 2,880,000 = $\frac{1}{3}$ × ฐาน × สูง ฐาน = $\frac{2,880,000}{150}$ = 57,600 ตร. ซม. ด้านสามเหลี่ยมฐาน 3 ด้านเท่า ความยาวฐาน 960 ม. แต่ละด้านยาว $\frac{960}{3}$ = 320 ม. ปริมาตร พีระมิด = $\frac{1}{3}$ × $\frac{\sqrt{3}}{4}$ × ความยาวด้าน^2 × สูง = $\frac{1}{3}$ × $\frac{\sqrt{3}}{4}$ × $(320)^2$ × 150 ≈ 4,434,050.06 สมมุติฐาน □ จตุรัส ความยาวฐาน 960 ม. แต่ละด้านยาว $\frac{960}{4}$ = 240 ปริมาตร = $\frac{1}{3}$ × ด้าน^2 × สูง = $\frac{1}{3}$ × 240 × 150 = 2,880,000	นักเรียนไม่บอกเหตุผลหรือตอบคำถาม ซึ่งจากตัวอย่างงานเขียนนี้ นักเรียนไม่มีการสรุปคำตอบและให้เหตุผลตามที่โจทย์ถาม

จากตารางที่ 4.5 พบว่า นักเรียนที่มีสมรรถนะการคิด / แปลงปัญหาอยู่ในระดับสูงนักเรียนสามารถเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง นักเรียนสามารถแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด สมรรถนะการตีความและการประเมินอยู่ในระดับสูง นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด สมรรถนะการตีความและการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนสามารถตีความคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังขาดเหตุผลมารองรับ สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง นักเรียนให้เหตุผลได้ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนเข้าใจถึงสิ่งที่โจทย์ถามหาและผลลัพธ์ที่หามาได้ สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนมีการให้เหตุผล แต่ยังเป็นเหตุผลที่คลุมเคลือ ไม่ชัดเจน และสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ นักเรียนไม่มีการสรุปคำตอบและให้เหตุผลตามที่โจทย์ถาม

ผลการวิเคราะห์ผลคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทีกรณีกลุ่มเดียว (One – Simple t-test) ปรากฏดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี	n	$\bar{x}$	$S.D.$	df	t	$Sig.$
แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	26	75.08	2.11	25	1.72	.04*

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ที่ .05

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 75.08 ร้อยละ 73.78

จากการศึกษาสรุปได้ว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง 19 คน คิดเป็นร้อยละ 73.07 ($\bar{x}$ = 79.53, $S.D.$ = 1.72) และระดับปานกลาง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 26.92 ($\bar{x}$ = 63.00, $S.D.$ = 1.83) แบ่งตามสมรรถนะ ดังนี้ สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 26 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 16.69 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.09 สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 26 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 18.31 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.29 สมรรถนะการตีความและการประเมิน (Interpret and Evacuate: I) อยู่ในระดับสูง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 34.62 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 15.11 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.17 และอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 65.38 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 10.06 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.30 สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R) อยู่ในระดับสูง จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 42.31 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 36.55 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.82 ระดับปานกลาง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 23.69 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.21 และระดับต่ำ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.69 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 12.50 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.71 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 75.08 ร้อยละ 73.78

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยศึกษาการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พิจารณาจากแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในระดับต่ำ ปานกลาง และสูง จากแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี นำเสนอโดยร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ห้องเรียนไม่ใช้เทคโนโลยี	ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ	$\bar{x}$	$S.D.$
แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	สูง	25	78.12	77.92	2.33
	ปานกลาง	7	21.88	62.43	2.88
	ต่ำ	-	-	-	-

จากตารางที่ 4.7 พบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง 25 คน คิดเป็นร้อยละ 78.12 ($\bar{x}$ = 77.92, $S.D.$ = 2.33) และระดับปานกลาง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 21.88 ($\bar{x}$ = 62.43, $S.D.$ = 2.88)

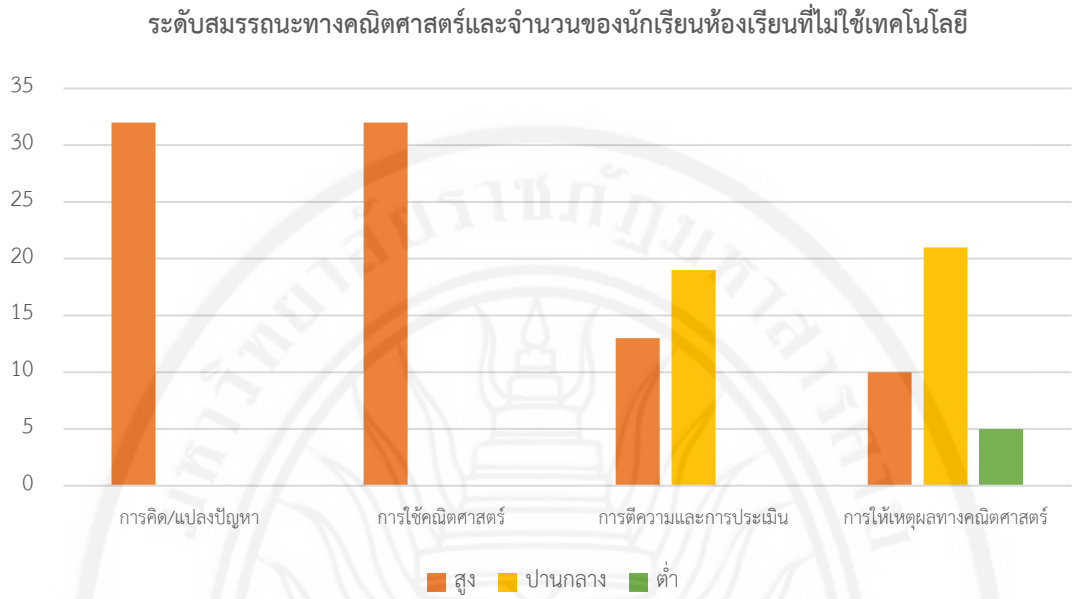
การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี จำแนกตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์และระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ	$\bar{x}$	$S.D.$
การคิด / แปลงปัญหา	สูง	32	100.00	17.34	2.60
	ปานกลาง	-	-	-	-
	ต่ำ	-	-	-	-
การใช้คณิตศาสตร์	สูง	32	100.00	18.13	1.45
	ปานกลาง	-	-	-	-
	ต่ำ	-	-	-	-
การตีความและการประเมิน	สูง	13	40.62	15.77	1.79
	ปานกลาง	19	59.38	10.37	2.36
	ต่ำ	-	-	-	-
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	สูง	10	31.25	33.40	2.55
	ปานกลาง	21	65.63	23.81	2.49
	ต่ำ	1	3.12	14.00	0.00

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี มีสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 32 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 17.34 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.60 สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 32 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 18.13 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.45 สมรรถนะการตีความและการประเมิน (Interpret and Evacuate: I) อยู่ในระดับสูง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 40.62 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 15.77 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.79 และอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 59.38 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 10.37 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.36 สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R) อยู่ในระดับสูง จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 31.25 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 33.40 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.55 ระดับปานกลาง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 65.63 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 23.81 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.49 และระดับต่ำ จำนวน 1 คน คน คิดเป็นร้อยละ 3.12 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 14 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0

ผลการศึกษาระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี ปรากฏดังภาพที่ 4.2

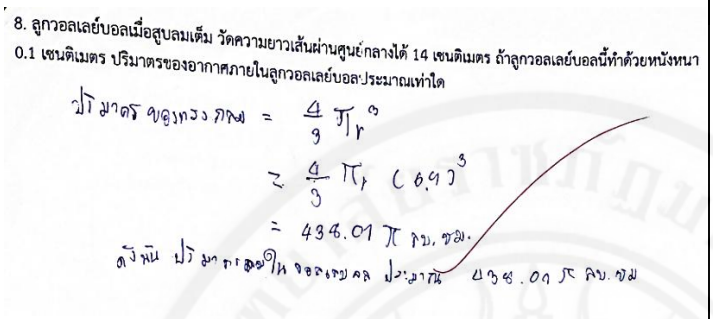
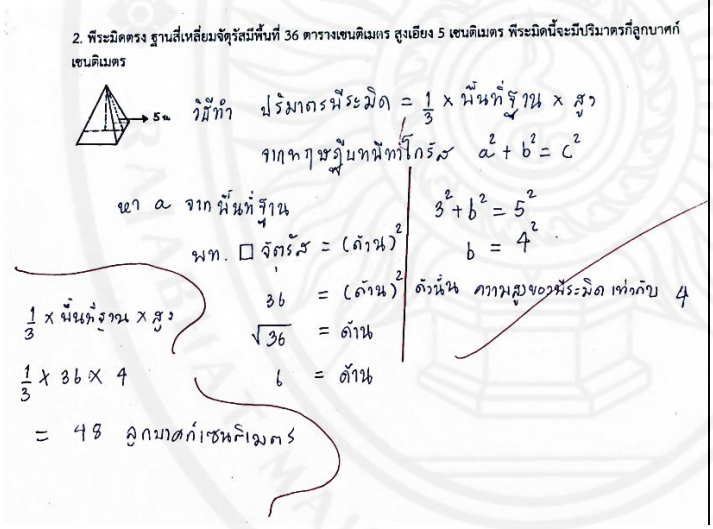


ภาพที่ 4.2 ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์และจำนวนของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี

จากภาพที่ 4.2 ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี จำแนกตามคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ พบว่า สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง 32 คน เช่นเดียวกับสมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง 32 คน สมรรถนะการตีความและการประเมิน มีนักเรียนอยู่ในระดับสูง 13 คน และในระดับปานกลาง 19 คน และสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอยู่ในระดับสูง 10 คน ระดับปานกลาง 21 คน และระดับต่ำ 1 คน

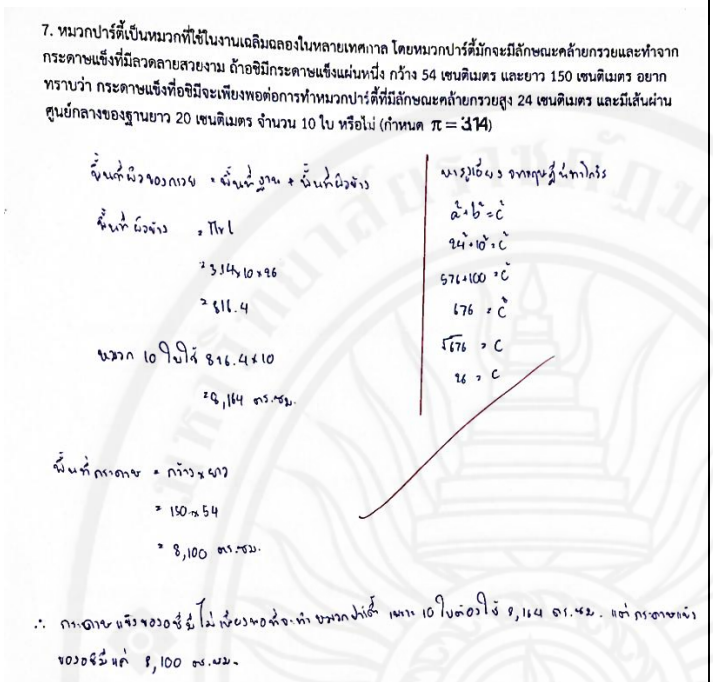
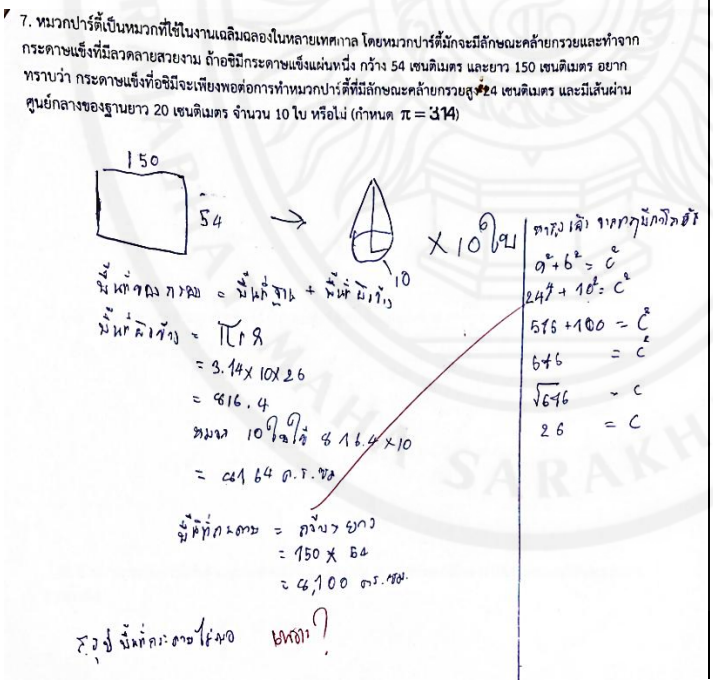
ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีที่มีระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ โดยแบ่งตามแต่ละสมรรถนะ พิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างงานเขียนของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี

ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	พบว่า
สมรรถนะการคิด / แปลงปัญหา	
สูง  8. ลูกวอลเลย์บอลเมื่อสูบลมเต็ม วัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 14 เซนติเมตร ถ้าลูกวอลเลย์บอลนี้ทำด้วยหนังหนา 0.1 เซนติเมตร ปริมาตรของอากาศภายในลูกวอลเลย์บอลประมาณเท่าใด	นักเรียนสามารถเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา คือ นักเรียนสามารถเลือกสูตรการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรมาใช้กับโจทย์ได้อย่างถูกต้อง เข้าใจคำถามและข้อมูลที่โจทย์ให้มา จึงทำให้สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง
การใช้คณิตศาสตร์	
สูง  2. พีระมิดตรง ฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ 36 ตารางเซนติเมตร สูงเอียง 5 เซนติเมตร พีระมิดนี้จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร	นักเรียนสามารถแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด นักเรียนสามารถคำนวณหาความสูงของพีระมิดจากส่วนสูงเอียงและสามารถหาผลลัพธ์ที่โจทย์ถามหา ซึ่งก็คือปริมาตรของพีระมิดได้อย่างถูกต้อง

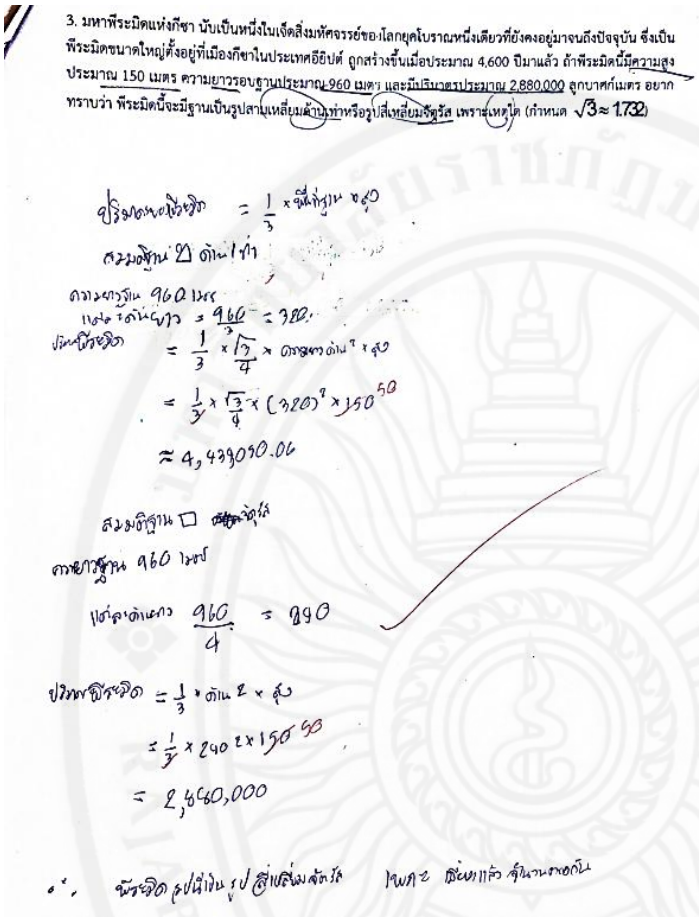
(ต่อ)

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	พบว่า
สมรรถนะการตีความและการประเมิน	
สูง 	นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด นักเรียนสามารถตอบคำถามของโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
ปานกลาง 	นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องบางส่วน นักเรียนตอบคำถามที่โจทย์ต้องการเพียงบางส่วน คำตอบที่ได้ไม่ครบถ้วนตามที่โจทย์ต้องการ

(ต่อ)

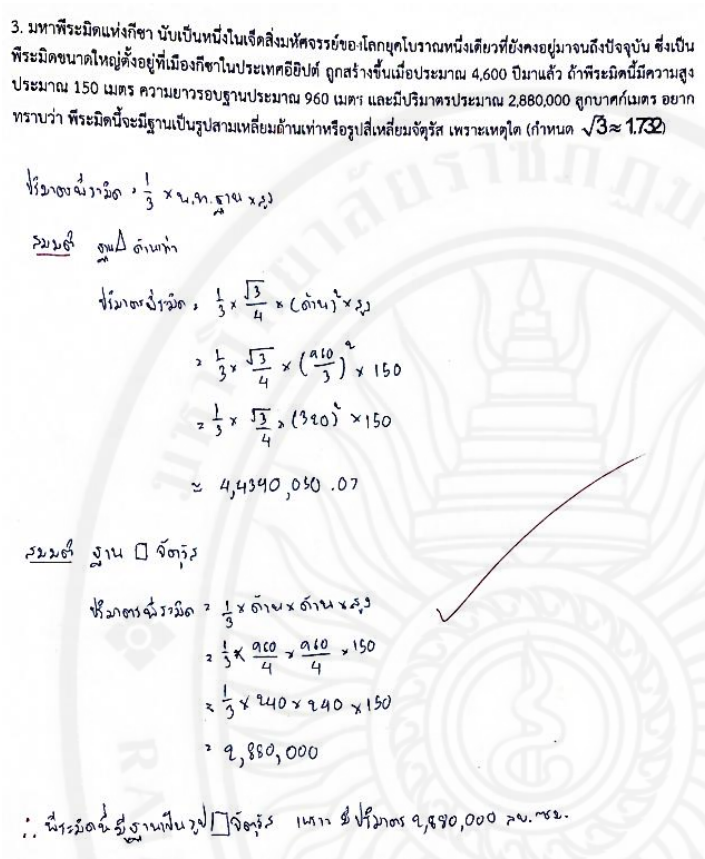
ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	พบว่า
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
สูง 	นักเรียนสามารถบอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาและบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล นักเรียนให้เหตุผลจากผลลัพธ์ที่หามาได้อย่างถูกต้อง

(ต่อ)

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	พบว่า
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
ปานกลาง	นักเรียนสามารถบอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาหรือบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล ซึ่งนักเรียนให้เหตุผลจากผลลัพธ์ยังไม่ชัดเจน


3. มหาพีระมิดแห่งกีซา นับเป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลกยุคโบราณหนึ่งเดียวที่ยังคงอยู่มาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นพีระมิดขนาดใหญ่ตั้งอยู่ที่เมืองกีซาในประเทศอียิปต์ ถูกสร้างขึ้นเมื่อประมาณ 4,600 ปีมาแล้ว ถ้าพีระมิดนี้มีความสูงประมาณ 150 เมตร ความยาวรอบฐานประมาณ 960 เมตร และมีปริมาตรประมาณ 2,880,000 ลูกบาศก์เมตร อยากทราบว่า พีระมิดนี้จะมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะเหตุใด (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)

ปริมาตรพีระมิด = $\frac{1}{3} \times$ พ.ท.ฐาน $\times$ สูง

รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

ปริมาตรพีระมิด = $\frac{1}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times (\text{ด้าน})^2 \times \text{สูง}$

$= \frac{1}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times (\frac{960}{3})^2 \times 150$

$= \frac{1}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times (320)^2 \times 150$

$\approx 4,434,050.07$

รูปจัตุรัส

ปริมาตรพีระมิด = $\frac{1}{3} \times$ ด้าน $\times$ ด้าน $\times$ สูง

$= \frac{1}{3} \times \frac{960}{4} \times \frac{960}{4} \times 150$

$= \frac{1}{3} \times 240 \times 240 \times 150$

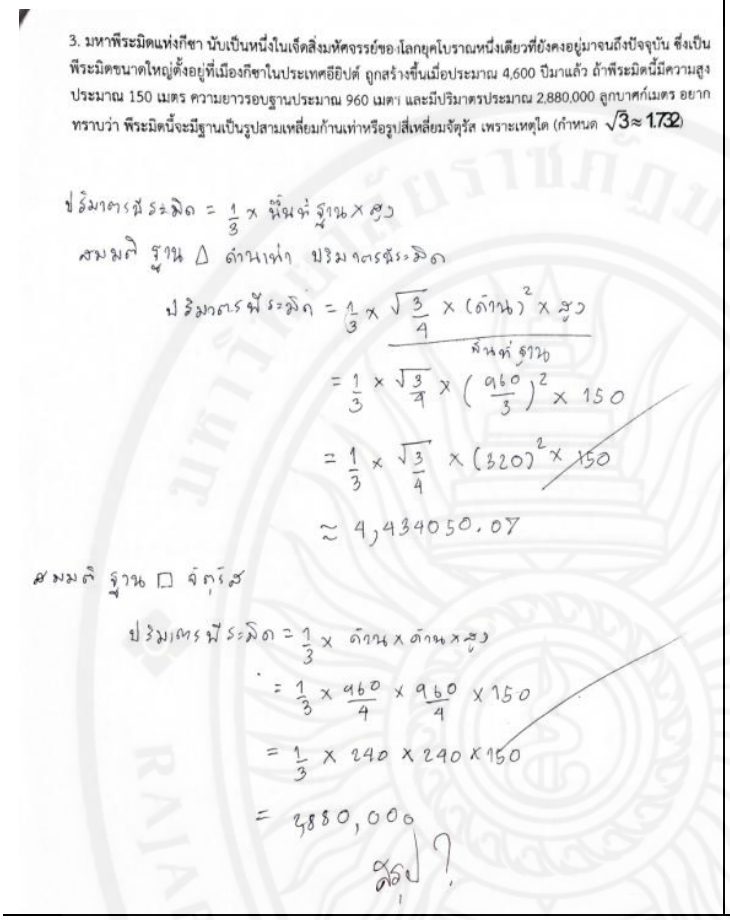
$= 2,880,000$

∴ พีระมิดนี้มีฐานเป็นรูปจัตุรัส เพราะมีปริมาตร 2,880,000 ลบ.หน่วย

(ต่อ)

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	พบว่า
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	
ต่ำ	นักเรียนไม่บอกเหตุผลหรือตอบคำถาม



3. มหาพีระมิดแห่งกีซา นับเป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลกยุคโบราณหนึ่งเดียวที่ยังคงอยู่มาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นพีระมิดขนาดใหญ่ตั้งอยู่ที่เมืองกีซาในประเทศอียิปต์ ถูกสร้างขึ้นเมื่อประมาณ 4,600 ปีมาแล้ว ถ้าพีระมิดนี้มีความสูงประมาณ 150 เมตร ความยาวรอบฐานประมาณ 960 เมตร และมีปริมาตรประมาณ 2,880,000 ลูกบาศก์เมตร อยากทราบว่า พีระมิดนี้จะมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมก้านเท่าหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะเหตุใด (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)

ปริมาตรพีระมิด = $\frac{1}{3}$ x พื้นที่ฐาน x สูง

สมมติ ฐาน △ ด้านเท่า ปริมาตรพีระมิด

ปริมาตรพีระมิด = $\frac{1}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times (\text{ด้าน})^2 \times \text{สูง}$ / พื้นที่ฐาน

$= \frac{1}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times \left(\frac{960}{3}\right)^2 \times 150$

$= \frac{1}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times (320)^2 \times 150$

$\approx 4,434050.07$

สมมติ ฐาน □ จัตุรัส

ปริมาตรพีระมิด = $\frac{1}{3}$ x ด้าน x ด้าน x สูง

$= \frac{1}{3} \times \frac{960}{4} \times \frac{960}{4} \times 150$

$= \frac{1}{3} \times 240 \times 240 \times 150$

$= 2880,000$

ตอบ ?

จากตารางที่ 4.9 พบว่า นักเรียนที่มีสมรรถนะการคิด / แปลงปัญหาอยู่ในระดับสูงนักเรียนสามารถเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง นักเรียนสามารถแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด สมรรถนะการตีความและการประเมินอยู่ในระดับสูง นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด สมรรถนะการตีความและการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนสามารถตีความคำตอบได้ถูกต้องแต่ยังขาดเหตุผลมารองรับ สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง นักเรียนให้เหตุผลได้ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนเข้าใจถึงสิ่งที่โจทย์ถามหาและผลลัพธ์ที่หามาได้ สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนมีการให้เหตุผล แต่ยังเป็นเหตุผลที่คลุมเคลือ ไม่ชัดเจน

และสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ นักเรียนไม่มีการสรุปคำตอบและให้เหตุผลตามที่โจทย์ถาม

การเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการวิเคราะห์ผลคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติที กรณีกลุ่มเดียว (One – Simple t-test) ปรากฏดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี	n	$\bar{x}$	$S.D.$	df	t	$Sig.$
แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	32	74.53	2.12	31	1.76	.04*

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ที่ .05

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 74.53 ร้อยละ 71.66 ดังนั้น สมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

จากการศึกษาสรุปได้ว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง 25 คน คิดเป็นร้อยละ 78.12 ($\bar{x}$ = 77.92, $S.D.$ = 2.33) และระดับปานกลาง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 21.88 ($\bar{x}$ = 62.43, $S.D.$ = 2.88) แบ่งตามสมรรถนะ ดังนี้ สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 32 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 17.34 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.60 สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 32 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 18.13 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.45 สมรรถนะการตีความและการประเมิน (Interpret and Evacuate: I) อยู่ในระดับสูง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 40.62 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 15.77 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 1.79 และอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 59.38 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 10.37 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.36 สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R) อยู่ในระดับสูง จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 31.25 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 33.40 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.55 ระดับปานกลาง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 65.63 มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 23.81 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 2.49 และระดับต่ำ จำนวน 1 คน คน คิดเป็นร้อยละ 3.12

มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 14 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 74.53 ร้อยละ 71.66 ดังนั้น สมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี

ผู้วิจัยได้ศึกษาการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มอิสระ (Independent Sample t-test) มีรายละเอียดดังนี้

ก่อนที่ผู้วิจัยจะทำการทดสอบทีแบบกลุ่มอิสระ (Independent Sample t-test) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ว่าความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบสมรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความแปรปรวนต่างกันหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบ Levene (Levene's Test for Equality of Variances)

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนน แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปรากฏดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

	สถิติทดสอบ Levene	
	F	*Sig.*
คะแนนแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0.47	0.50

จากตารางที่ 4.11 พบว่า การทดสอบค่าเอฟ (F-Test) เท่ากับ 0.47 และ *Sig.* เท่ากับ 0.50 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่า มีความแปรปรวนเท่ากัน จึงต้องใช้ t-test แบบ Equal Variances Assumed

การเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

ผลการวิเคราะห์ผลคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยการทดสอบทีแบบกลุ่มอิสระ (Independent Sample t-test) ปรากฏดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสองสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

	n	$\bar{x}$	ร้อยละ	$S.D.$	df	t	$Sig.$
ห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี	26	75.08	73.78	2.11	56	0.24	0.81
ห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี	32	74.53	73.78	2.12			

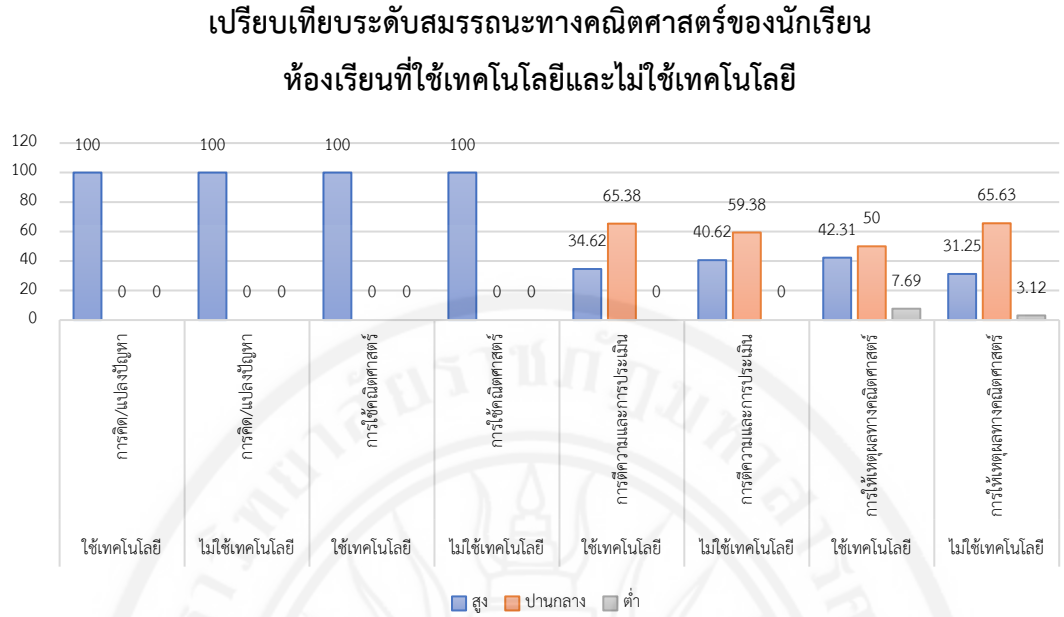
จากตารางที่ 4.12 พบว่า ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความแปรปรวนไม่ต่างกัน คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีและนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยีไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.13 แสดงสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยี และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	ระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน)		ร้อยละ		$\bar{x}$		*S.D.*	
		ใช้เทคโนโลยี	ไม่ใช้เทคโนโลยี	ใช้เทคโนโลยี	ไม่ใช้เทคโนโลยี	ใช้เทคโนโลยี	ไม่ใช้เทคโนโลยี	ใช้เทคโนโลยี	ไม่ใช้เทคโนโลยี
การคิด / แปลงปัญหา	สูง	26	32	100	100	16.69	17.34	2.09	2.60
การใช้คณิตศาสตร์	สูง	26	32	100	100	18.31	18.13	1.29	1.45
การตีความและการประเมิน	สูง	9	13	34.62	40.62	15.11	15.77	1.17	1.79
	ปานกลาง	17	19	65.38	59.38	10.06	10.37	2.30	2.36
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	สูง	11	10	42.31	31.25	36.55	33.40	1.82	2.55
	ปานกลาง	13	21	50.00	65.63	23.69	23.81	2.21	2.49
	ต่ำ	2	1	7.69	3.12	12.50	14.00	0.71	0.00

จากตารางที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่า สมรรถนะการคิด / แปลงปัญหาของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง ทั้งหมด 26 คน (ร้อยละ 100) คะแนนเฉลี่ย 16.69 ($S.D.$ = 2.09) ส่วนนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง ทั้งหมด 32 คน (ร้อยละ 100) คะแนนเฉลี่ย 17.34 ($S.D.$ = 2.60) สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง ทั้งหมด 26 คน (ร้อยละ 100) คะแนนเฉลี่ย 18.31 ($S.D.$ = 1.29) ส่วนนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง ทั้งหมด 32 คน (ร้อยละ 100) คะแนนเฉลี่ย 18.13 ($S.D.$ = 1.45) สมรรถนะการตีความและการประเมินของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง 9 คน (ร้อยละ 34.62) คะแนนเฉลี่ย 15.11 ($S.D.$ = 1.17) ระดับปานกลาง 17 คน (ร้อยละ 65.38) คะแนนเฉลี่ย 10.06 ($S.D.$ = 2.30) ส่วนนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยี อยู่ในระดับสูง 13 คน (ร้อยละ 40.62) คะแนนเฉลี่ย 15.77 ($S.D.$ = 1.79) ระดับปานกลาง 19 คน (ร้อยละ 59.38) คะแนนเฉลี่ย 10.37 ($S.D.$ = 2.36) และสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง 11 คน (ร้อยละ 42.31) คะแนนเฉลี่ย 36.55 ($S.D.$ = 1.82) ระดับปานกลาง 13 คน (ร้อยละ 50.00) คะแนนเฉลี่ย 23.69 ($S.D.$ = 2.21) ระดับต่ำ 2 คน (ร้อยละ 7.69) คะแนนเฉลี่ย 12.50 ($S.D.$ = 0.71) ส่วนนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง 10 คน (ร้อยละ 31.25) คะแนนเฉลี่ย 33.40 ($S.D.$ = 2.55) ระดับปานกลาง 21 คน (ร้อยละ 65.63) คะแนนเฉลี่ย 23.81 ($S.D.$ = 2.49) ระดับต่ำ 1 คน (ร้อยละ 3.12) คะแนนเฉลี่ย 14.00 ($S.D.$ = 0)

ผลการเปรียบเทียบระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี ปรากฏดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี

จากภาพที่ 4.3 การเปรียบเทียบระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี พบว่า นักเรียนห้องเรียนใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี มีสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหาและสมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 100 สมรรถนะตีความและการประเมิน ร้อยละ 34.62 และ 40.62 ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 65.38 และร้อยละ 59.38 ตามลำดับ สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 42.31 และ 31.25 ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 50.00 และ 65.63 ตามลำดับ และอยู่ในระดับต่ำ ร้อยละ 7.69 และ 3.12 ตามลำดับ

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า การทดสอบค่าเอฟ (F-Test) เท่ากับ 0.47 และ *Sig.* เท่ากับ 0.50 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่า มีความแปรปรวนเท่ากัน จึงต้องใช้ t-test แบบ Equal Variances Assumed ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความแปรปรวนไม่ต่างกัน คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีและนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยีไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี ผู้วิจัยได้สรุปไว้ ดังนี้

5.1.1 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน ครูทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและเร้าความสนใจ โดยใช้เกมง่าย ๆ อย่าง Kahoot!, Plicker ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ในคาบเวลาหรือช่วงเวลานั้น มีสื่อการสอน Power Point แสดงภาพหรือวิดิทัศน์ของเนื้อหาตามความเหมาะสมและเนื้อหาในแต่ละชั่วโมง เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ครูผู้สอนลำดับขั้นตอนในการสอนได้ง่ายขึ้น ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาใหม่นั้นหรือไม่ ให้นักเรียนร่วมสรุปเป็นหลักการและสาระเนื้อหาเข้าสู่วิธีลัดด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ให้นักเรียนฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ จากแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือชิ้นงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ให้นักเรียนทดสอบความรู้ที่ได้เรียนไป โดยการใช้เกมทดสอบ เช่น Kahoot!, Quizizz หรือ Plicker ตามความเหมาะสมและเนื้อหาในแต่ละชั่วโมง หรือเพิ่มความยากของแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัดด้วยการใช้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรืออาจพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมินผล

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผล จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระสำคัญของเรื่องที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงเรียน ควรมีการให้นักเรียนออกมานำเสนอที่หน้าชั้นเรียน เป็นการตรวจสอบความเข้าใจและการสื่อสารสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีตามแนวคิดสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประสิทธิภาพ 75.31/72.19 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

5.1.2 ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน ครูทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและเร้าความสนใจ โดยใช้บัตรคำ ให้นักเรียนชูบัตรคำตอบที่ตรงกับคำถามนั้น ๆ ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ในคาบเวลาหรือช่วงเวลานั้น ควรเลือกใช้ วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาของแต่ละบทแต่ละตอน เริ่มด้วยการให้ประสบการณ์จากการใช้ของจริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และให้เด็กมีส่วนร่วมในการใช้ของจริง หลังจากใช้ภาพของจริงแล้วขั้นสุดท้ายคือการใช้สัญลักษณ์ นักเรียนจะสามารถนำประสบการณ์เดิมที่ได้จากของจริง ภาพ มาใช้ในการคิดคำนวณแก้ปัญหาโจทย์สัญลักษณ์ได้ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาใหม่นั้นหรือไม่ ให้นักเรียนร่วมสรุปเป็นหลักการและสาระเนื้อหาเข้าสู่วิธีลัดด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ให้นักเรียนฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญจากแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือชิ้นงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เพิ่มความยากของแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัด ด้วยการใช้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรืออาจพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผลจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ และสาระสำคัญของเรื่องที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงเรียน ควรมีการให้นักเรียนออกมานำเสนอที่หน้าชั้นเรียน เป็นการตรวจสอบความเข้าใจและการสื่อสารสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย และการจัดการเรียนรู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยีตามแนวคิดสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประสิทธิภาพ 73.50/71.66 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

5.1.3 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง 19 คน คิดเป็นร้อยละ 73.07

และระดับปานกลาง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 26.92 แบ่งตามสมรรถนะ ดังนี้ สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 26 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 26 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 สมรรถนะการตีความและการประเมิน (Interpret and Evacuate: I) อยู่ในระดับสูง จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 34.62 และอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 65.38 และสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R) อยู่ในระดับสูง จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 42.31 ระดับปานกลาง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 และระดับต่ำ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.69

5.1.4 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับสูง 25 คน คิดเป็นร้อยละ 78.12 และระดับปานกลาง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 21.88 แบ่งตามสมรรถนะ ดังนี้ สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 32 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E) อยู่ในระดับสูง จำนวนทั้งหมด 32 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 สมรรถนะการตีความและการประเมิน (Interpret and Evacuate: I) อยู่ในระดับสูง จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 40.62 และอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 59.38 และสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R) อยู่ในระดับสูง จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 31.25 ระดับปานกลาง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 65.63 และระดับต่ำ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.12

5.1.5 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความแปรปรวนไม่ต่างกัน คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีและนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยีไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี ผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคโนโลยี มีประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1 / E_2) เท่ากับ 75.31/72.19 ทั้งนี้เนื่องมาจาก แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี ที่สร้างขึ้นจำนวน 12 แผน 6 ขั้น เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยดึงดูดความสนใจนักเรียนในยุคปัจจุบันได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นยุคที่นักเรียนเรียนรู้และเกิดมาพร้อมกับการใช้เทคโนโลยี การนำเทคโนโลยีมาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงเป็นทางเลือกที่สะดวกต่อการนำมาใช้ เนื่องจากครูไม่จำเป็นต้องผลิตสื่อทำมือเอง ช่วยให้นักเรียนเข้าถึงสื่อการสอนได้ทุกคน อีกทั้งยังเกิดความสนุกสนานและสนใจในการเรียนมากขึ้น โดยขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน ครูทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและเร้าความสนใจ โดยใช้เกมง่าย ๆ อย่าง Kahoot!, Plicker ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ในคาบเวลาหรือช่วงเวลานั้น มีสื่อการสอน Power Point แสดงภาพหรือวิดิทัศน์ของเนื้อหา ตามความเหมาะสมและเนื้อหาในแต่ละชั่วโมง เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ครูผู้สอนลำดับขั้นตอนในการสอนได้ง่ายขึ้น ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาใหม่นั้นหรือไม่ ให้นักเรียนร่วมสรุปเป็นหลักการและสาระเนื้อหาเข้าสู่วิธีลัดด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ให้นักเรียนฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ จากแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือชิ้นงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ ให้นักเรียนทดสอบความรู้ที่ได้เรียนไป โดยการใช้เกมทดสอบ เช่น Kahoot!, Quizizz หรือ Plicker ตามความเหมาะสมและเนื้อหาในแต่ละชั่วโมง หรือเพิ่มความยากของแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัด ด้วยการใช้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรืออาจพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผล จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระสำคัญของเรื่องที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมง ควรมีการให้นักเรียนออกมานำเสนอที่หน้าชั้นเรียน เป็นการตรวจสอบความเข้าใจและการสื่อสารสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Elmira Saparbayeva, Marzhan Abdualiyeva, Yerlan Torebek, Nurlibay Madiyarov and Abay Tursynbayev (2024, pp. 1-16) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเครื่องมือดิจิทัลเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในหมู่นักศึกษาวิศวกรรมก่อสร้าง ผลการวิจัย พบว่ากลุ่มทดลองทำคะแนนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวความคิดที่เพิ่มขึ้น และความสามารถในการแก้ปัญหาเมื่อใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงประโยชน์การเรียนรู้ที่วัดผลได้จากการผสมผสานเทคโนโลยี เช่น ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบไดนามิก และเครื่องคำนวณกราฟ เพื่อปรับปรุงการศึกษาด้านวิศวกรรมการก่อสร้าง สอดคล้องกับ Kaushik Das (2019, pp. 19-28) ได้ทำการวิจัย เรื่อง บทบาทของ ICT กับการสอนคณิตศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการบูรณาการความรู้และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เข้ากับการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัยครูและโรงเรียน โดยประโยชน์ของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) มีดังนี้ ช่วยให้เข้าถึงข้อมูลดิจิทัล

อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative learning) สามารถเกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี รัตติกาล พลศรี และรามนรี นนทภา (2566, น. 167-182) ที่ได้ทำการศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มี 6 ขั้นตอน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน เพื่อนำความรู้เดิมที่นักเรียนเรียนมาก่อนแล้ว เป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ในคาบเวลาหรือช่วงเวลานั้น ควรเลือกใช้ วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาของแต่ละบทแต่ละตอน การจัดลำดับขั้นการเรียนรู้ของเนื้อหาใหม่ ควรเริ่มด้วยการให้ประสบการณ์จากการใช้ของจริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เพื่อจัดประสบการณ์ให้คล้ายกับสภาพจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียนมากที่สุด ส่วนการให้เด็กมีส่วนร่วมในการใช้ของจริง อย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับวิธีที่ครูเลือกมาใช้ เมื่อได้ใช้ของจริงแล้ว ครูก็สามารถใช้ของจำลองหรือภาพแทนของจริงที่สอนไปแล้วให้ได้ หลังจากใช้ภาพของจริงแล้ว ขั้นสุดท้ายคือการใช้สัญลักษณ์ เมื่อถึงขั้นนี้นักเรียนจะมองเห็นรูปร่างสิ่งของต่าง ๆ ที่ครูกล่าวถึง แต่นักเรียนสามารถนำประสบการณ์เดิมที่ได้จากของภาพจริง มาใช้ในการคิดคำนวณแก้ปัญหาโจทย์สัญลักษณ์ได้ จากนั้น ขั้นที่ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาใหม่นั้นหรือไม่ ถ้านักเรียนเข้าใจแล้วในกรณีเนื้อหาใหม่นั้น มีวิธีคิดหลายวิธี และมีวิธีลัดในการคิดอยู่ด้วย ให้นักเรียนร่วมสรุปเป็นหลักการ และสาระเนื้อหาเข้าสู่วิธีลัดด้วยตนเอง จนเกิดความรู้ความเข้าใจเพื่อนำไปใช้ในโอกาสต่อไป สำหรับนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจ ควรสอนซ่อมเสริมในเรื่องนั้นเพิ่มเติมให้ความสามารถทางสติปัญญาของเขา เมื่อนักเรียนเข้าใจในเนื้อหาแล้วต่อมาขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ เมื่อนักเรียนสรุปเป็นหลักการได้แล้วนักเรียน ก็ให้ฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญ อาจจะใช้แบบฝึกทักษะแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น กิจกรรมหรือชิ้นงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น เมื่อนักเรียนมีความชำนาญในการทำแล้ว ต่อมาขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ ตลอดจนแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตจริง และทดลอง ปฏิบัติจากสถานการณ์จำลอง เช่น การแก้โจทย์ปัญหา และขั้นที่ 6 ขั้นการประเมินผล เป็นการตรวจสอบเพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้านักเรียนยังไม่บรรลุตามจุดประสงค์ก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริมก่อนเรียนเนื้อหาต่อไป มิฉะนั้นจะเป็นอุปสรรคในการเรียนเรื่องต่อไป โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผล จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระสำคัญของเรื่องที่จัดการเรียนรู้

5.2.2 การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยไม่ใช้เทคโนโลยี มีประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1 / E_2) เท่ากับ 73.50/71.66 ทั้งนี้เนื่องมาจาก แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี ที่สร้างขึ้นจำนวน 12 แผน 6 ขั้น เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยเสริมสร้างบรรยากาศภายในห้องเรียนและการเรียนให้ผ่อนคลายขึ้น เนื่องจากรูปแบบของการสอน

ก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามแต่รูปแบบของสื่อที่ถูกนำมาใช้รวมกับการสอน ทำให้ผู้เรียนสนุกสนานกับการเรียนการสอนได้มากขึ้น ไม่ซ้ำอยู่กับแค่การบรรยายของผู้สอนเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ทั้งช่วยกระตุ้น สร้างความสนใจ ช่วยให้ผู้เรียนสนุกสนาน รวมถึงสร้างบรรยากาศที่ดีขึ้นในการเรียน โดยขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนความรู้พื้นฐาน ครูทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและเร้าความสนใจ โดยใช้บัตรคำ ให้นักเรียนชูบัตรคำตอบที่ตรงกับคำถามนั้น ๆ ขั้นที่ 2 ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นเรื่องที่สอนใหม่ในคาบเวลาหรือช่วงเวลานั้น ควรเลือกใช้ วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาของแต่ละบทแต่ละตอน เริ่มด้วยการให้ประสบการณ์จากการใช้ของจริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และให้เด็กมีส่วนร่วมในการใช้ของจริง หลังจากใช้ภาพของจริงแล้ว ขั้นสุดท้ายคือการใช้สัญลักษณ์ นักเรียนจะสามารถนำประสบการณ์เดิมที่ได้จากของจริง ภาพมาใช้ในการคิดคำนวณแก้ปัญหาโจทย์สัญลักษณ์ได้ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาใหม่นั้นหรือไม่ ให้นักเรียนร่วมสรุปเป็นหลักการและสาระเนื้อหาเข้าสู่วิธีลัดด้วยตนเองจนเกิดความรู้ความเข้าใจ ขั้นที่ 4 ขั้นฝึกทักษะ ให้นักเรียนฝึกทักษะเพื่อให้เกิดความชำนาญจากแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัดที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือชิ้นงานที่สัมพันธ์กับเรื่องนั้น ขั้นที่ 5 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เพิ่มความยากของแบบฝึกทักษะหรือแบบฝึกหัด ด้วยการใช้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรืออาจพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลประเมินผลจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระสำคัญของเรื่องที่จัดการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมงเรียน ควรมีการให้นักเรียนออกมานำเสนอที่หน้าชั้นเรียน เป็นการตรวจสอบความเข้าใจและการสื่อสารสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ ปรมินทร์ ธัญญะภู (2566, น. 97) ที่ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมจัดการเรียนรู้โดยขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้พื้นฐาน เป็นเป็นขั้นตอนที่ผู้สอนใช้ใช้โจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือข่าวสาร ปัจจุบันในการตั้งคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมพร้อมที่จะเข้าสู่เนื้อหาใหม่ต่อไป ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นตอนการใช้เกมที่สร้างจากแอปพลิเคชันมาใช้ร่วมกับการสอน อีกทั้งยังเร้าความสนใจของผู้เรียน ครูผู้สอนตั้งคำถามให้คล้ายกับสภาพจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียนมากที่สุด เพื่อให้นักเรียนสามารถนำประสบการณ์ที่ได้ มาใช้ในเขียน อธิบาย และคิดคำนวณแก้ปัญหาโจทย์ได้ ขั้นที่ 3 สรุป ครูและนักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นและสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา ขั้นที่ 4 ฝึกทักษะ ครูใช้กิจกรรมหรือชิ้นงาน และให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะหรือใบกิจกรรม ขั้นที่ 5 นำความรู้ไปใช้ นักเรียนในกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม และอธิบายโจทย์ปัญหาในชีวิตประจำวันในชั้นเรียน และขั้นที่ 6 วัดผลประเมินผล วัดผลประเมินผลตามสภาพจริง โดยครูจะประเมินจากแบบฝึกทักษะ และใบกิจกรรม อีกทั้งครูตรวจสอบนักเรียนว่าสามารถอธิบาย และเขียนการแปลงคำถามทางคณิตศาสตร์ให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถอธิบาย และเขียนการนำเสนอข้อมูล ตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง

5.2.3 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจาก นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีควรคู่ไปกับการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนได้เห็นภาพต่าง ๆ ประกอบการบรรยายอย่างชัดเจน ช่วยให้เข้าใจตรงกับผู้สอน ช่วยเพิ่มความสนใจ สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนาน และกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ อีกทั้งนักเรียนยังได้รับความสนุกสนานจากเกมง่าย ๆ อย่าง Kahoot!, Quizizz และ Plicker ซึ่งเป็นการทดสอบความรู้ที่ได้เรียนไปในแต่ละชั่วโมงด้วย เป็นตัวช่วยในการพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 นักเรียนเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว สามารถค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมได้อย่างอิสระ และส่งเสริมการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งสอดคล้องกับ Ajayi Lois Folasayo and Olajide Ibironke E. (2022, pp. 213-218) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้กลุ่ม WhatsApp ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ (STM) ในรัฐ Ekiti ประเทศไนจีเรียผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนสอบและหลังสอบของนักเรียนห้องเรียน STM โดยใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้กลุ่ม WhatsApp และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเดิม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จากผลการวิจัย แนะนำให้ใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้กลุ่ม WhatsApp เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของนักเรียนห้องเรียน STM Blanca Estela Maldonado-García, Alejandra Ocampo-Díaz and May Portuguez-Castro (2022, pp. 1-20) ได้ทำการประเมินความแตกต่างในสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมต้นในช่วงสภาวะการแพร่ระบาดผ่านแพลตฟอร์ม Preparatec ผลการวิจัยระบุว่ากลยุทธ์การสอนใหม่ ๆ ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) และแบบประเมินผลที่มีความหมายมากขึ้นจะช่วยพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน วนันท์ดา ปราบภัย, นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และมนชยา เจียงประดิษฐ์ (2566, น. 281-292) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ตอความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปที่ 6 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีสูงกวาเกณฑร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

5.2.4 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจาก นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านสื่อการสอนทำมือที่จับต้องและเข้าถึงได้ง่าย ช่วยให้กระบวนการเรียนรู้มีความน่าสนใจไม่น่าเบื่อ ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวบุคคล ทั้งผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกันเอง พัฒนาทักษะทางสังคม เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานร่วมกัน และทักษะการเป็นผู้นำ เป็นต้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยีมีสิ่งรบกวนน้อยกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้เทคโนโลยี ซึ่งอาจมีสิ่งรบกวรสมาธิในการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น การแจ้งเตือนจากโซเชียลมีเดีย หรือเกมออนไลน์ เป็นต้น ช่วยให้ผู้สอนสามารถสื่อแนวคิดและองค์ความรู้ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนได้ง่ายขึ้น

5.2.5 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีกับนักเรียนห้องที่ไม่ใช้เทคโนโลยีไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยีมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน การเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ลักษณะของผู้เรียน เนื้อหาที่สอน และบริบทแวดล้อม เป็นต้น นอกจากนี้ การผสมผสานการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบเข้าด้วยกันอาจเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้ดีกว่าการเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้และทักษะการเรียนรู้ที่ดีอยู่แล้ว เทคโนโลยีอาจไม่ได้ช่วยเพิ่มผลการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ขึ้นอยู่กับความถนัดของนักเรียนและความพร้อมของเทคโนโลยี นักเรียนบางคนอาจเรียนรู้ได้ดีจากการฟังและจดบันทึก มากกว่าการใช้สื่อดิจิทัล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ OECD (2015, p.123) ที่กล่าวว่า เทคโนโลยีไม่ได้ช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียน แม้ว่าระบบการศึกษาเกือบทั่วทั้งโลก รวมทั้งในประเทศไทยได้พยายามนำเทคโนโลยี ICT เข้าไปสู่การเรียนการสอนในโรงเรียนโดยคาดหวังว่าจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ahmet Oğuz Akçay, Engin Karahan and Mehmet Bozan (2021, pp. 1-21) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการใช้เทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน: การศึกษาวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis) ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดเผยผลของการใช้เทคโนโลยีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับประถมศึกษา วิชาคณิตศาสตร์ โดยได้รวบรวมการวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้เทคโนโลยีในการสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2013 ถึง 2019 มาวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis) พบว่า ขนาดของผล (Effect size) เท่ากับ 0.483 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระดับชั้นกับการใช้เทคโนโลยี ระยะเวลาของการศึกษา ประเภทของการศึกษา และผลการศึกษาต่างประเทศและในประเทศ พบว่าเทคโนโลยีที่ใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษามีผลในทางที่ดีเพียงเล็กน้อยต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.3 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ และเพื่อนำการวิจัยครั้งต่อไป มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีร่วมด้วย จะต้องสร้างข้อตกลงกับนักเรียนก่อนที่จะเริ่มเรียน กติกาการใช้เครื่องมือสื่อสาร เวลาใดที่สามารถใช้เครื่องมือสื่อสารได้หรือไม่ได้ ผู้สอนจะต้องคอยตรวจสอบนักเรียนเป็นระยะว่านักเรียนยังสนใจเนื้อหาปัจจุบันอยู่หรือไม่ เนื่องจากเมื่อนักเรียนได้ใช้เครื่องมือสื่อสารแล้วจะไม่มีสมาธิในการเรียน ส่งผลให้ได้รับความรู้ได้ไม่ครบหรือตกหล่นได้

5.3.1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพนั้น ขึ้นอยู่กับความพร้อมและความเพียงพอแต่ละสถานศึกษา ทั้งนี้หากบริบทของสถานศึกษายังไม่มีพร้อมและเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ก็ยังสามารถใช้สื่อการเรียนรู้ที่สามารถออกแบบและทำเองได้ด้วยมือ

5.3.1.3 ก่อนเริ่มเรียน ควรมีการทบทวนเนื้อหาเดิมทุกครั้ง เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนเรียน อีกทั้งเป็นการเชื่อโยงให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญและความต่อเนื่องของเนื้อหาเดิมและเนื้อหาใหม่ด้วย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาผลของการพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี ในระดับชั้นอื่น ๆ หรือเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ

5.3.2.2 ควรมีการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การพัฒนาสื่อ อุปกรณ์ รวมทั้งหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์และสมรรถนะการตีความและประเมิน ซึ่งสมรรถนะที่กล่าวมา จะส่งผลให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

5.3.2.3 ควรมีการศึกษาผลของการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี เพื่อพัฒนาทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการสื่อสารและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2545.* กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กฤษณะ โสขุมา, อภิชาต ลือสมัย, ภัทรพร ตัสโต และเกศินี โสขุมา. (2566). การศึกษาประสิทธิภาพหลักสูตรพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีจัดการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารสหวิทยาการสังคมศาสตร์และการสื่อสาร.* 6(3), 233-244.

กลุ่มงานบริหารวิชาการ โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม. (2566). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2566 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.* มหาสารคาม: โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม.

กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.* กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

ครรชิต มาลัยวงศ์ และคณะ. (2544). *รายงานสำรวจสภาพและความต้องการในการใช้งานคอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ตของโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.

ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). *เทคนิคและวิธีการสอนร่วมสมัย.* กรุงเทพฯ: หลักการพิมพ์.

ณรงค์ สมพงษ์. (2543). *สื่อสารมวลชนเพื่องานส่งเสริม.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวพล นนทภา. (2565). การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เรื่องเชิงคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของไวกอตสกี้ที่มีการช่วยเสริมสมรรถนะ เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.* 16(2), 112-122.

นวพล นนทภา. (2566). *การคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking).* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องตน* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2542). *สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักท์.

ปิยะธิดา ปัญญา. (2565). *สถิติสำหรับการวิจัย Statistical for Research.* มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

พรรณิภา อนันทสุข และพรรณราย เทียมทัน. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคทีจีทีร่วมกับแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย.* 15(1), 231-245.

พัชรีภรณ์ พาลำโกน. (2563). *การศึกษาแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบแอปพลิเคชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2551). *หลักการวัดและการประเมินผลการศึกษา.* กรุงเทพฯ : เฮาสออฟเคอร์ มิสท์.

พิณทิพย์ วิจิตรกลาง และสุวิมล กฤชคฤหาสน์. (2563). การเปรียบเทียบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ยุทธวิธีเมตาคอกนิชันกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม. *วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์.* 9(1), 233-243.

เพียงขวัญ แสนมณี. (2563). *การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ไพศาล วรคำ. (2565). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 13). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล, วัชรินทร์ เกษร์สุวรรณ์, มนต์เมืองใต้ รอดอยู่, ศศิธร ศรีพรหม และกนิษฐา เชาว์วัฒนกุล. (2564). การพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการพีอีแอลอาร์ ผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารสังคมศาสตร์วิจัย.* 12(2), 38-58.

ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ. (2562). *การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ยุพิน พิพิธกุล. (2546). *เทคโนโลยีการผลิตสื่อการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมฝึกอบรม

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2552). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่8). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตติกาล พลศรี. (2566). *การศึกษาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (ปริญญาครุศาสตรครศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

รามนรี นนทภา. (2566). *เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์.* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วนันท์ดา ปราบภัย, นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และมนชยา เจียงประดิษฐ์. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค LT ร่วมกับการใช้สื่อเทคโนโลยีในการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละและอัตราส่วน ตอความสามารถในการแก้ปญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิทยาศาสตรและวิทยาศาสตรศึกษา*. 6(2), 280-292.

วิเชียร ไชยบัง. (2544). *การวิเคราะห์องค์ประกอบประสิทธิภาพการสอนตามการรับรู้ของครูประถมศึกษาจังหวัดกาฬสินธุ์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วิราวรรณ พุทธมาตย์, กนกกร พรชัยกุลวงษ์, ภทพร พลธรรม, กุลวดี คตชนะเลขาและนารีรัตน์ มิตรสันเทียะ. (2567). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาวงกลม โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแอปพลิเคชัน Kahoot สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ.* 6(1), 100-112.

ศตวรรษ ผดุงกิจ, สมใจ ภูครองทุ่ง และประภาพร หนองหารพิทักษ์. (2567). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ร่วมกับแอปพลิเคชัน Quizizz ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง จำนวนจริง. *วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*. 3(1), 18-29.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการประเมิน* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2551). *การบริหารจัดการเทคโนโลยีในโรงเรียน: คู่มือสำหรับผู้บริหาร โครงการเทคโนโลยีสานสนเทศตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี.* ปทุมธานี : สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546).*การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย. (2557). *ตัวอย่างการประเมินผลนานาชาติ PISA คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โครงการ PISA ประเทศไทย. (2563). *กรอบการประเมินด้านคณิตศาสตร์.* สืบค้น 13 มิถุนายน 2567, จาก https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/mathematical_literacy_framework/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *เอกสารประกอบการอบรมการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2565). *เอกสารประกอบการประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โครงการเพิ่มศักยภาพครูให้มีสมรรถนะของครูยุคใหม่ สำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สมเกียรติ อินทสิงห์. (2558*). การพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสำหรับนักเรียนกลุ่มเสี่ยงโดยใช้เทคนิคสแกฟโฟลดิง*. (วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมนึก ภัททิยธานี. (2551). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแหงชาติ. (2544). *รูปแบบการบริหารและการจัดการศึกษาแบบกระจายอำนาจ*. กรุงเทพฯ: กลุ่มงานบริหารและจัดการศึกษา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 25660) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2548). *คู่มือสมรรถนะข้าราชการพลเรือนไทย.* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน.

สุรศักดิ์ หอมอ่อน. (2546). *การวิเคราะห์องค์ประกอบประสิทธิภาพการสอนของครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนครพนม.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุรัชนา ช้างชายวงค์ และธงชัย อรัญชัย. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้แอปพลิเคชันงานชั้นเรียน. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.* 5(15), 23-35.

อนุชาติ ชาติรัมย์. (2564). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารการบริหารนิติบุคคลและนวัตกรรมท้องถิ่น.* 7(9), 65-78.

อรนุช ศรีสะอาด. (2551). การประเมินหลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต. สาขาบริหารและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. *วารสารศึกษาศาสตร์.* 2(3), 7-14.

อัครพล พรมตรุษ และสายฝน วิบูลรังสรรค์. (2566). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่เสริมสร้างสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.* 51(4), 1-17.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Ajayi, L. F. and Olajide, I. E. (2022). Effects of Whatsapp group learning platform on senior secondary schools students' learning outcomes in Science, Technology, and Mathematics (stm) in Ekiti State, Nigeria. *Education Research and Reviews.* 17(8), 213-218.

Akçay, A. O., Karahan, E. and Bozan, M. A. (2021). The Effect of Technology on Primary Students' Mathematics Achievement. *International Research in Education*. 7(2), 1-21.

Al-Ramamna, A. (2022). The effect of a training program based on the use of information communication and technology in improving the academic performance of mathematics among basic stage students. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 18(12), 2203-2212.

Awasthi, U. (2021). *Digital Technology in Mathematics Education*. (Master of Education). Kathmandu: Kirtipur Tribhuvan University.

Baldeon, M. D., Tomas, M. R., Vicente, J. S. and Alvarez, J. H. (2023). Mathematical competencies with applications of mirror classes in regular basic education. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE).* 12(4), 2230-2245.

Brown, J.D. (1998) *The Self.* McGraw-Hill: New York.

Buchele, S. and Feudel, F. (2023). Changes in Students' Mathematical Competencies at the Beginning of Higher Education Within the Last Decade at a German University. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 21, 2325-2347.

Burkhardt, J. (1986). Agribusiness ethics: Specifying the terms of the contract. *Journal of Business Ethics*, 5(4), 333-345

Burry-Stock, Judith A. and Other. (1996). Rater Agreement Indexes for Performance Assessment, *Educational and Psychological Measurement.* 56(2), 251-262.

Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *International Journal of Education*. 7(4), 19-28.

García, B. E., Díaz, A. O. and Castro, M. P. (2022). Evaluating Differences in Mathematical Competencies in Middle School Students during Pandemic Conditions through Preparatec Platform. *Education Sciences.* 12(8), 546-565.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education.* New York : McGraw Hill.

Hatfield, L. L. and Kieren, T. E. (1972) Computer-assisted problem solving in school mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 3, 99-112.

Hopkins, D.C. and Antes, C.R. (1990). *Classroom measurement and evaluation.* Illinois: F E Peacock.

Kirilova, B. (2024). Embedded assessment throughout the problem-based learning. *Mathematics and Education in Mathematics*. 53, 109-116.

Makamure, C. and Jojo, Z. M. (2023). The Role of Continuous Assessment Learning Activities (CALA) in Enhancing Mathematics Competency and Proficiency in Secondary School Learners. *Mathematics Education Journals*. 7(1), 1-15.

Mehrens, W. A. and Lehmann, J. I., (1969). *Standardized Tests in Education.* New York: Holt.

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics.* NCTM.

Noss, R. and Hoyles, C. (1996). *Windows on Mathematical Meanings: Learning Cultures and Computers.* Dordrecht: Kluwer.

Nurazizah, N., Simamora, Y. and Putri, J. H. (2024). Development of Student Worksheets with Canva App-Assisted Problem Based Learning Models to Improve Skills Mathematical Literacy of Junior High School Students. *Journal of Community Research and Service*. 8(1), 33-44.

Nury, A. A. (2024). Moodle Interactive Model to Strengthen Mathematical Competencies in Eighth-Year Basic Education Students. *International Journal of Membrane Science and Technology*. 11(1), 255-260.

Papert, S. (1970). *Teaching children thinking (AI Memo No.247 and Logo Memo No. 2).* Cambridge, MA: MIT Artificial Intelligence Laboratory.

Papert, S. (1980). *Mindstorms—Children, Computers and Powerful Ideas.* New York: Basic Books, Inc.

Parry, B. S., (1998). Just What Is a Competency? And Why Should You Care?. *Training.* 35, 58-64.

Saal, P. E. and Graham, M. A. (2023). Comparing the Use of Educational Technology in Mathematics Education between South African and German Schools. *Sustainability*. 15(6), 4798-4817.

Saparbayeva, E., Abdualiyeva, M., Torebek, Y., Madiyarov, M. and Tursynbayev, A. (2024). Leveraging digital tools to advance mathematics competencies among construction students. *Cogent Education*. 11(1), 1-17.

Scott B. Parry. (1998). *Evaluation the impact of Training Alexandria*. VA: American

Stacey, K. and Turner, R. (2014). *Assessing Mathematical Literacy.* Bern: Springer International.

UNESCO, (2009), *Constitution of the United Nations Educational Scientific and Cultural Organization*, UNESCO: Paris.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 พีระมิด กรวยและทรงกลม จำนวน 15 ชั่วโมง

เรื่อง การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด จำนวน 1 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ..... คาบที่ .....

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ม.2/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

สาระสำคัญ

การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด ทำได้โดยการคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติออกเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ และคำนวณหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสองมิตินั้นแต่ละรูป แล้วนำพื้นที่ของทุกรูปรวมกันเป็นพื้นที่ผิวของพีระมิดนั้น

สมรรถนะหลักและสมรรถนะย่อย

สมรรถนะหลัก

F การคิด/แปลงปัญหา

E การใช้คณิตศาสตร์

I การตีความและประเมิน

R การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สมรรถนะย่อย

F2 ระบุตัวแปรหลักที่ใช้ในแบบจำลอง

F5 รู้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (รวมถึง กฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ และแบบรูป) ของปัญหาหรือสถานการณ์

F6 ระบุและอธิบายประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง รวมถึงการระบุตัวแปรที่สำคัญ

F7 จัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

F8 รู้ถึงประเด็นต่าง ๆ ของปัญหาซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือหลักการ ข้อเท็จจริง รวมทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์

E1 คำนวณอย่างง่ายได้

E3 ใช้ยุทธวิธีที่กำหนดให้เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหา

E12 ใช้กระบวนการที่มีหลายขั้นตอนเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา คำตอบ หรือข้อสรุปทั่วไปได้

I1 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง

I6 ใช้ความรู้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และการคำนวณตามขั้นตอนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อที่จะตัดสินใจได้ว่าควรปรับปรุงหรือนำผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ได้

R1 แสดงข้อสรุปที่ไม่ซับซ้อนได้

R2 เลือกใช้เหตุผลที่เหมาะสม

R6 อธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้นั้นสมเหตุสมผล

R10 ให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงนั้นสมเหตุสมผล

จุดประสงค์การเรียนรู้ (K-P-A)

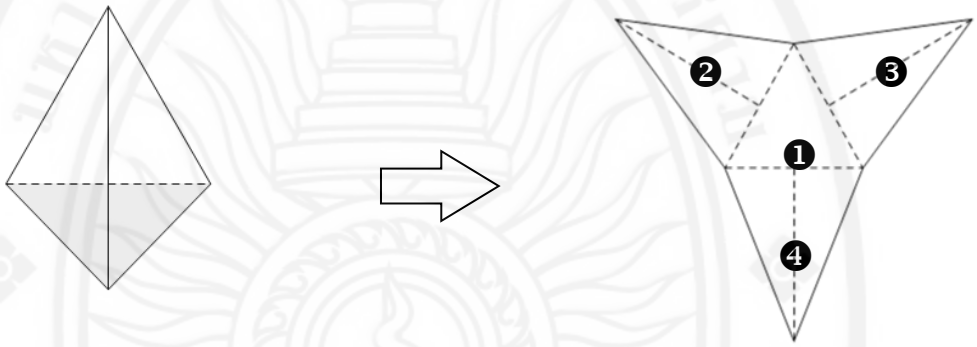
จุดประสงค์การเรียนรู้ (K - P - A)	**สมรรถนะ**
ด้านความรู้ (K)	
นักเรียนสามารถหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	F2, F5, F6, F7, F8, E1, E3, E12, I1, I6, R1, R2, R6
ด้านทักษะและกระบวนการ (P)	
นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับลักษณะของพีระมิดและและการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	F2, F5, F6, F7, F8, I1, I6
นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	I1, I6, R1, R2, R3, R6, R10
นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	F2, F5, F6, F7, F8, E1, E3, E12
ด้านคุณลักษณะ (A)	
นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่กับข้อมูลใหม่ให้เกิดองค์ความรู้ และคิดอย่างมีระบบ	F2, F5, F6, F7, F8, I1, I6
นักเรียนมีความคิดตามลำดับเหตุผล มีความรอบคอบ ทำงานมีหลักการ และเชื่อมั่นในตนเอง	I1, I6, R1, R2, R3, R6, R10

จุดประสงค์การเรียนรู้ (K - P - A)	สมรรถนะ
นักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องอย่างชัดเจน	F2, F5, F6, F7, F8, E1, E3, E12

สาระการเรียนรู้

การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด เราสามารถหาได้โดยการคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ ดังรูป และคำนวณหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสองมิติแต่ละรูป แล้วนำพื้นที่ของทุกรูปมารวมกัน

ตัวอย่าง



พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า รูปคลี่ของพีระมิดฐานสามเหลี่ยม

รูปคลี่ของพีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่าประกอบด้วยรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 4 รูป ดังนี้ รูปที่ ❶ เป็นพื้นที่ฐานของพีระมิด รูปที่ ❷ รูปที่ ❸ รูปที่ ❹ เป็นพื้นที่ผิวด้านข้างของพีระมิดฐานสามเหลี่ยม ดังนั้น ผลบวกของพื้นที่ทุกหน้าของพีระมิด เรียกว่า พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด

ตัวอย่าง

จากพีระมิดข้างต้น กำหนดให้ด้านของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีความยาวของฐาน a หน่วย และมีความสูงเอียง l หน่วย จะได้พื้นที่ผิวข้าง ดังนี้

พื้นที่ฐาน เท่ากับ พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ารูปที่ ❶

พื้นที่ฐาน เท่ากับ $\frac{\sqrt{3}}{4}a^2$ ตารางหน่วย

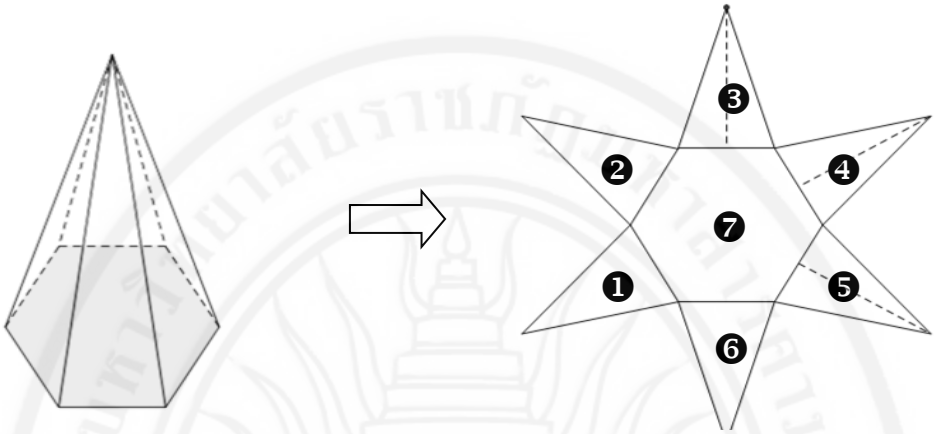
พื้นที่ผิวข้าง เท่ากับ ผลบวกของพื้นที่รูปที่ ❷ รูปที่ ❸ รูปที่ ❹

พื้นที่ผิวข้าง $= 3 \times (\frac{1}{2} \times a \times l)$ ตารางหน่วย

จะได้ พื้นที่ผิวของพีระมิดฐานสามเหลี่ยม เท่ากับ พื้นที่ฐาน + พื้นที่ผิวข้าง

พื้นที่ผิวของพีระมิดฐานสามเหลี่ยม $= \frac{\sqrt{3}}{4}a^2 + 3 \times (\frac{1}{2} \times a \times l)$

$= \frac{\sqrt{3}}{4}a^2 + (\frac{3}{2}al)$ ตารางหน่วย



พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า รูปคลี่ของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

รูปคลี่ของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ประกอบด้วยรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 6 รูป และพื้นที่ฐานเป็นรูปหกเหลี่ยม ดังนี้ รูปที่ ❼ เป็นพื้นที่ฐานของพีระมิด รูปที่ ❶ รูปที่ ❷ รูปที่ ❸ รูปที่ ❹ รูปที่ ❺ และรูปที่ ❻ เป็นพื้นที่ผิวด้านข้างของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ดังนั้น ผลบวกของพื้นที่ทุกหน้าของพีระมิด เรียกว่า พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด

ตัวอย่าง

จากพีระมิดข้างต้น กำหนดให้ด้านของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีความยาวของฐาน a หน่วย และมีความสูงเอียง l หน่วย จะได้พื้นที่ผิวข้าง ดังนี้

พื้นที่ฐาน เท่ากับ พื้นที่ของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ารูปที่ ❼

พื้นที่ฐาน เท่ากับ $\frac{3\sqrt{3}}{2}a^2$ ตารางหน่วย

พื้นที่ผิวข้าง เท่ากับ ผลบวกของพื้นที่รูปที่ ❶ รูปที่ ❷ รูปที่ ❸ รูปที่ ❹ รูปที่ ❺ รูปที่ ❻

พื้นที่ผิวข้าง $= 6 \times (\frac{1}{2} \times a \times l)$ ตารางหน่วย

จะได้ พื้นที่ผิวของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า เท่ากับ พื้นที่ฐาน + พื้นที่ผิวข้าง

$$\text{พื้นที่ผิวของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า} = \frac{3\sqrt{3}}{2}a^2 + 6 \times (\frac{1}{2} \times a \times l)$$

$$= \frac{3\sqrt{3}}{2}a^2 + 3al \text{ ตารางหน่วย}$$

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม

ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับรูปลักษณะของพีระมิด โดยแอพพลิเคชัน Kahoot (ภาคผนวก ก) (ใช้เวลา 5 นาที) (F2, R1)

ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มเป็น 4 กลุ่ม แบบคละความสามารถ จากนั้นครูแจกคิวอาร์โค้ด (QR code) ให้แต่ละกลุ่ม แล้วเปิดจอฉายภาพฉายคำถามที่เป็นโจทย์เกี่ยวกับรูปคลี่ของพีระมิด จำนวน 4 ข้อ เพื่อให้นักเรียนตอบ แล้วครูใช้แอปพลิเคชัน Plickers ในการสแกนคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม (ภาคผนวก ข)

2. ให้แต่ละกลุ่มคำนวณหาพื้นที่รูปคลี่ของพีระมิดที่กลุ่มตนได้ (ภาคผนวก ค)

(ใช้เวลา 15 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, I2, R1, R2)

ขั้นที่ 3 สรุป

ให้แต่ละกลุ่มสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิว และนำเสนอขั้นตอนการหาพื้นที่ผิวพีระมิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เพราะเหตุใดนักเรียนถึงเลือกใช้วิธีการคำนวณดังกล่าว (ใช้เวลา 5 นาที) (F5, F6, F7, F8, I1, R1, R2)

ขั้นที่ 4 ฝึกทักษะ

ให้นักเรียนทุกคนทำ แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด” (ภาคผนวก ง) (ใช้เวลา 10 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, I2, R1)

ขั้นที่ 5 นำไปใช้

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องการหาพื้นที่ผิวไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. ครูกำหนดสถานการณ์ ดังนี้ “พีระมิด ก และพีระมิด ข มีฐานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เท่ากันคือ 10 ตารางหน่วย โดยพีระมิดทั้งสามมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันคือ ความสูงของพีระมิด ก เท่ากับ 10 หน่วย สันของพีระมิด ข ยาว 10 หน่วย ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ข จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ก นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด”

(ใช้เวลา 10 นาที) (F5, F6, F7, F8, I1, I6, R1, R3, R6, R10)

ขั้นที่ 6 ประเมินผล

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูปและหาพื้นที่ผิวของพีระมิดจากโจทย์ที่กำหนดให้พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม (ภาคผนวก จ) (ใช้เวลา 5 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1)

สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. Kahoot เรื่อง รูปลักษณ์ของพีระมิด
2. Plickers
3. แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด”
4. ใบกิจกรรม

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) - นักเรียนสามารถหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	- แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด”	- การตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด”	- นักเรียนทำแบบฝึกหัด ได้คะแนนรวม 70% ขึ้น ไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ (P) 1. เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับลักษณะของพีระมิดและและการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้ 2. ให้เหตุผลเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้ 3. สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	- กิจกรรมการคลี่ - การหาพื้นที่ผิว - แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด”	- ดูจากการทำแบบฝึกหัด - ดูจากการร่วมกิจกรรมและทำกิจกรรม - สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรม	- นักเรียนได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะ (A) 1. เชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่กับข้อมูลใหม่ให้เกิดองค์ความรู้และคิดอย่างมีระบบ 2. มีความคิดตามลำดับเหตุผล มีความรอบคอบ ทำงานมีหลักการ และเชื่อมั่นในตนเอง 3. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องอย่างชัดเจน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน	- สังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	- นักเรียนได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)	1	4	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาและระบุถึงข้อดี/ข้อจำกัด ของวิธีการที่เลือกใช้ในมุมมองที่ต่างออกไป และสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์นั้นได้อย่างสมบูรณ์
		3	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาและระบุถึงข้อดี/ข้อจำกัด ของวิธีการที่เลือกใช้ในมุมมองที่ต่างออกไป
		2	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา
		1	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้แต่ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E)	1	4	แสดงวิธีการและผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ผ่านยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่ต่างออกไปและตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด
		3	แสดงวิธีการและผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด
		2	แสดงวิธีการและผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนและตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้อง
		1	ตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแต่ปราศจากร่องรอยการคำนวณทางคณิตศาสตร์
สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I)	1	4	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหา นำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด และชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดของการนำผลลัพธ์จากการคำนวณนั้นไปใช้
		3	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด
		2	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาหรือนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องบางส่วน
		1	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์นั้นมีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาแต่ผลลัพธ์นั้นไม่ได้เกิดจากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)	2	4	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหา และบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผลผ่านมุมมองที่แตกต่างออกไปจากสาระการเรียนรู้ที่เรียน ได้ถูกต้องทั้งหมด
		3	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหา และบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล ได้ถูกต้องทั้งหมด
		2	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหา หรือบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล ได้ถูกต้องทั้งหมด
		1	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหา หรือบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
รวม	**5**	**16**	**คิดเป็นคะแนนเต็ม 20 คะแนน**

จากเกณฑ์การให้คะแนนข้างต้น สามารถกำหนดวิธีการแปลระดับคะแนนเป็นระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เช่น

4 - 8 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับเริ่มต้น

9 - 12 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับกำลังพัฒนา

13 - 16 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสามารถ

17 - 20 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับเหนือความคาดหวัง

ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

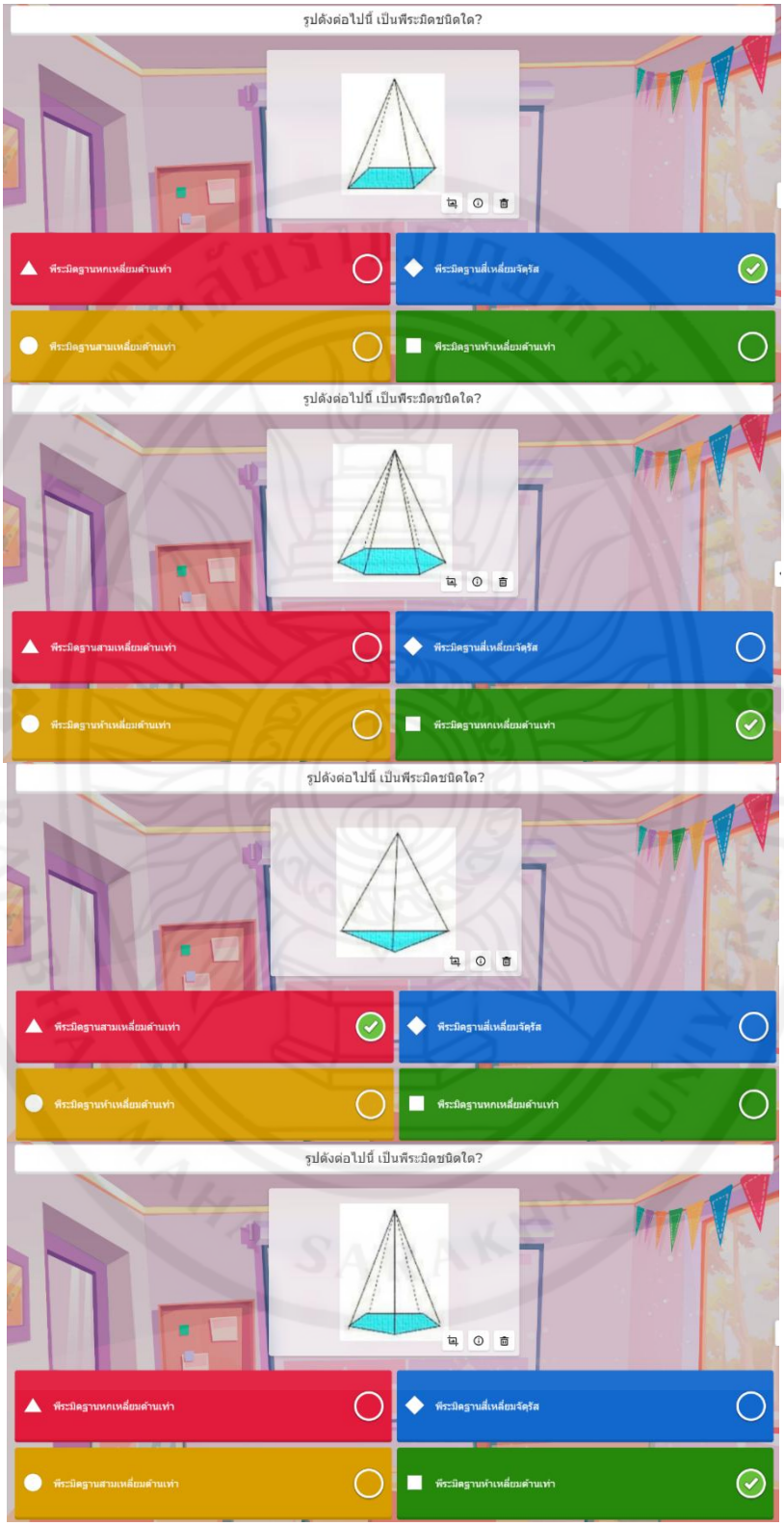
ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

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

ภาคผนวก ก (ขั้นทบทวนความรู้เดิม 5 นาที)

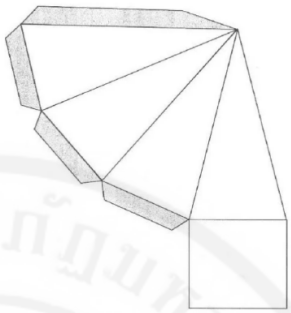
(F2, R1)



ภาคผนวก ข (ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 5 นาที)

(F2, R1)

รูปคลี่พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ประกอบด้วยรูปใดบ้าง



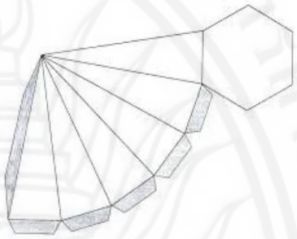
A รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 5 รูป

B รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 4 รูป

C รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 5 รูป

D รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 4 รูป

รูปคลี่พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า ประกอบด้วยรูปใดบ้าง



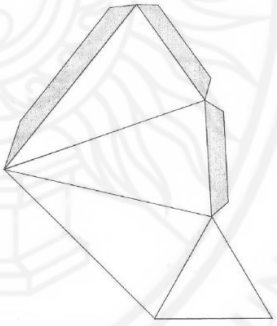
A รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 6 รูป

B รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสี่เหลี่ยม 6 รูป

C รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 6 รูป

D รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 5 รูป

รูปคลี่พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่าประกอบด้วยรูปใดบ้าง



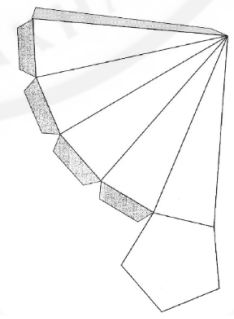
A รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 4 รูป

B รูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 3 รูป

C รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 3 รูป

D รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า 4 รูป

รูปคลี่พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่า ประกอบด้วยรูปใดบ้าง



A รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 5 รูป

B รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 6 รูป

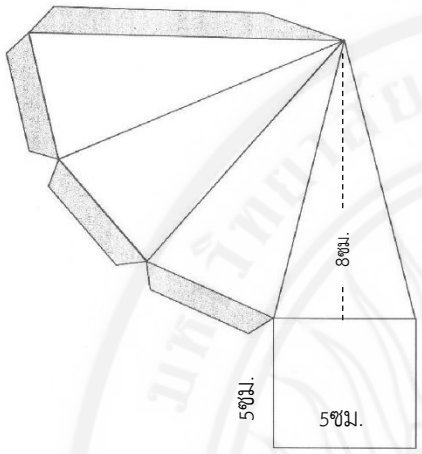
C รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 5 รูป

D รูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 5 รูป

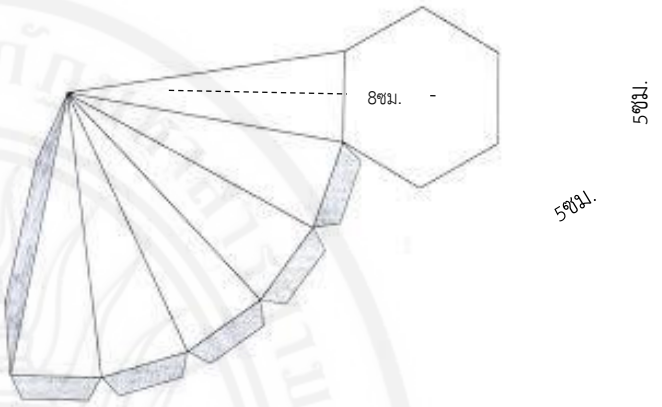
ภาคผนวก ค (ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 10 นาที)

(F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1, R2)

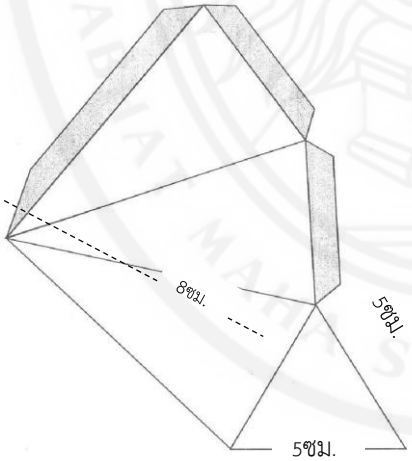
คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณหาพื้นที่รูปคลี่ของพีระมิดที่กลุ่มตนได้รับ



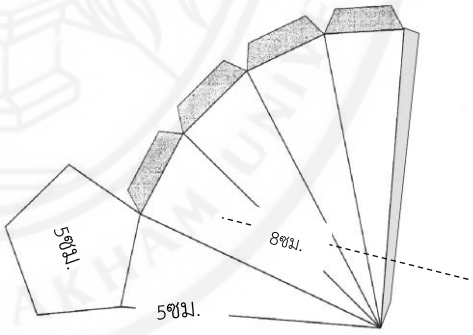
รูปคลี่พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส



รูปคลี่พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า



รูปคลี่พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า

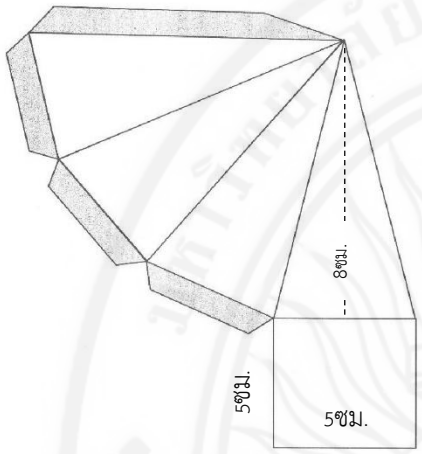


รูปคลี่พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่า

เฉลยภาคผนวก ค (ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 10 นาที)

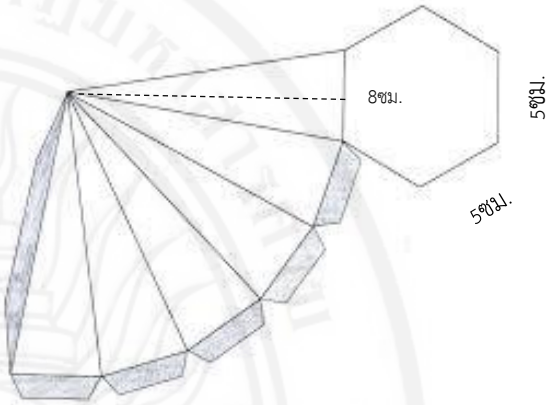
(F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1, R2)

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณหาพื้นที่รูปคลี่ของพีระมิดที่กลุ่มตนได้รับ



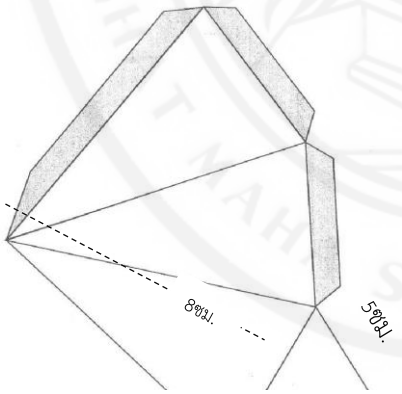
พื้นที่พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส = พื้นที่ฐาน × พื้นที่ผิวข้าง

ดังนั้น จะได้พื้นที่ $(5\times5)+4(\frac{1}{2}\times5\times8)$ = 105 ตร.ซม.



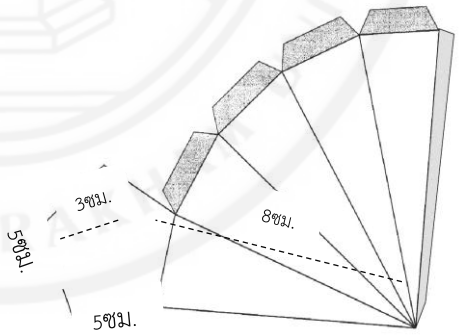
พื้นที่พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า = พื้นที่ฐาน × พื้นที่ผิวข้าง

ดังนั้น จะได้พื้นที่ $\left(\frac{3\sqrt{3}}{2}(5)^2\right)+6(\frac{1}{2}\times5\times8)$ = 184.95 ตร.ซม.



พื้นที่พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า = พื้นที่ฐาน × พื้นที่ผิวข้าง

ดังนั้น จะได้พื้นที่ $\left(\frac{\sqrt{3}}{4}(5^2)\right)+3(\frac{1}{2}\times5\times8)$ = 70.83 ตร.ซม



พื้นที่พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่า = พื้นที่ฐาน × พื้นที่ผิวข้าง

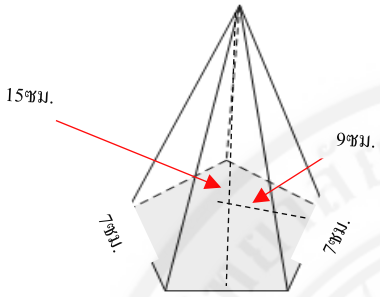
ดังนั้น จะได้พื้นที่ $\left(5\left(\frac{1}{2}\times5\times3\right)\right)+5(\frac{1}{2}\times5\times8)$ = 137.5 ตร.ซม.

ภาคผนวก ง (ขั้นฝึกทักษะ 10 นาที)

(F5, F6, F7, F8, I1, R1, R2)

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1.

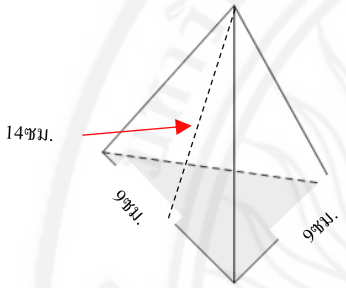


เป็นพีระมิดฐาน.....

สูตรการหาพื้นที่ผิว.....

พื้นที่ผิวเท่ากับ.....

2.

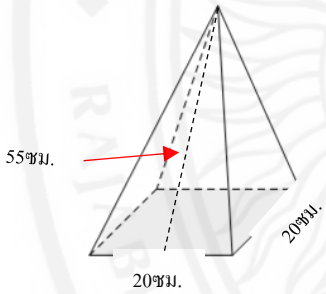


เป็นพีระมิดฐาน.....

สูตรการหาพื้นที่ผิว.....

พื้นที่ผิวเท่ากับ.....

3.

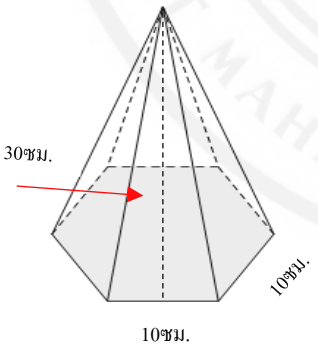


เป็นพีระมิดฐาน.....

สูตรการหาพื้นที่ผิว.....

พื้นที่ผิวเท่ากับ.....

4.



เป็นพีระมิดฐาน.....

สูตรการหาพื้นที่ผิว.....

พื้นที่ผิวเท่ากับ.....

ภาคผนวก จ (ขั้นการวัดและการประเมินผล 5 นาที)

(F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1)

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูปและหาพื้นที่ผิวของพีระมิดจากโจทย์ที่กำหนดให้

พีระมิดฐานสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยมีด้านประกอบมุมฉากยาว 3 ซม. และ 4 ซม. ความสูงเอียงผิวข้างด้วยที่มีฐานยาว 3 ซม. เท่ากับ 6 ซม. และด้านที่มีฐานยาว 4 ซม. เท่ากับ 8 ซม. และอีกด้านหนึ่งเท่ากับ 10 ซม. จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 พีระมิด กรวยและทรงกลม จำนวน 15 ชั่วโมง

เรื่อง การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด จำนวน 1 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/..... วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ..... คาบที่ .....

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ม.2/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

สาระสำคัญ

การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด ทำได้โดยการคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติออกเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ และคำนวณหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสองมิตินั้นแต่ละรูป แล้วนำพื้นที่ของทุกรูปรวมกันเป็นพื้นที่ผิวของพีระมิดนั้น

สมรรถนะหลักและสมรรถนะย่อย

สมรรถนะหลัก

F การคิด/แปลงปัญหา

E การใช้คณิตศาสตร์

I การตีความและประเมิน

R การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สมรรถนะย่อย

F2 ระบุตัวแปรหลักที่ใช้ในแบบจำลอง

F5 รู้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (รวมถึง กฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ และแบบรูป) ของปัญหา หรือสถานการณ์

F6 ระบุและอธิบายประเด็นทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง รวมถึงการระบุตัวแปรที่สำคัญ

F7 จัดรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

F8 รู้ถึงประเด็นต่าง ๆ ของปัญหาซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่เคยพบมาก่อน หรือหลักการ ข้อเท็จจริง รวมทั้งกระบวนการทางคณิตศาสตร์

E1 คำนวณอย่างง่ายได้

E3 ใช้ยุทธวิธีที่กำหนดให้เพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหา

E12 ใช้กระบวนการที่มีหลายขั้นตอนเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา คำตอบ หรือข้อสรุปทั่วไปได้

I1 ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในบริบทชีวิตจริง

I6 ใช้ความรู้ในการพิจารณาว่าสถานการณ์ในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และการคำนวณตามขั้นตอนหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างไร เพื่อที่จะตัดสินใจได้ว่าควรปรับปรุงหรือนำผลลัพธ์ไปประยุกต์ใช้ได้

R1 แสดงข้อสรุปที่ไม่ซับซ้อนได้

R3 อธิบายได้ว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปที่ได้สมเหตุผลหรือไม่กับบริบทของปัญหา

R2 เลือกใช้เหตุผลที่เหมาะสม

R6 อธิบายและหาข้อสนับสนุนว่าการให้เหตุผลสำหรับการแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงที่กำหนดมาให้นั้นสมเหตุสมผล

R10 ให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนสถานการณ์ในโลกจริงนั้นสมเหตุสมผล

จุดประสงค์การเรียนรู้ (K-P-A)

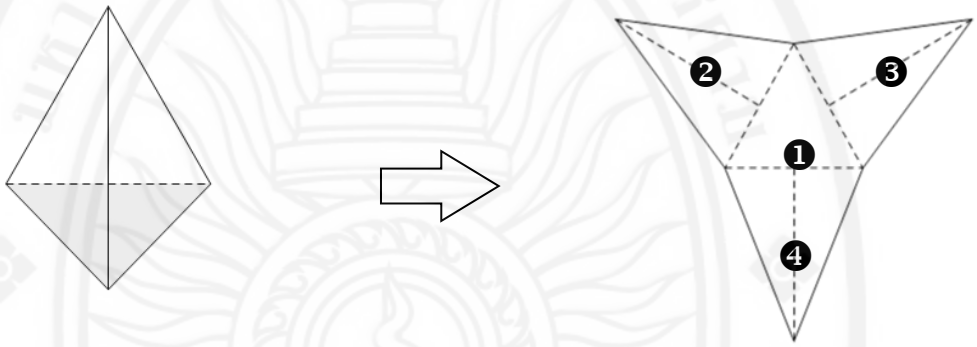
จุดประสงค์การเรียนรู้ (K - P - A)	**สมรรถนะ**
ด้านความรู้ (K)	
นักเรียนสามารถหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	F2, F5, F6, F7, F8, E1, E3, E12, I1, I6, R1, R2, R6
ด้านทักษะและกระบวนการ (P)	
นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับลักษณะของพีระมิดและและการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	F2, F5, F6, F7, F8, I1, I6
นักเรียนสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	I1, I6, R1, R2, R3, R6, R10
นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	F2, F5, F6, F7, F8, E1, E3, E12
ด้านคุณลักษณะ (A)	
นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่กับข้อมูลใหม่ให้เกิดองค์ความรู้ และคิดอย่างมีระบบ	F2, F5, F6, F7, F8, I1, I6
นักเรียนมีความคิดตามลำดับเหตุผล มีความรอบคอบ ทำงานมีหลักการ และเชื่อมั่นในตนเอง	I1, I6, R1, R2, R3, R6, R10

จุดประสงค์การเรียนรู้ (K - P - A)	สมรรถนะ
นักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องอย่างชัดเจน	F2, F5, F6, F7, F8, E1, E3, E12

สาระการเรียนรู้

การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด เราสามารถหาได้โดยการคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ ดังรูป และคำนวณหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตสองมิติแต่ละรูป แล้วนำพื้นที่ของทุกรูปมารวมกัน

ตัวอย่าง



พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า รูปคลี่ของพีระมิดฐานสามเหลี่ยม

รูปคลี่ของพีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่าประกอบด้วยรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 4 รูป ดังนี้ รูปที่ ❶ เป็นพื้นที่ฐานของพีระมิด รูปที่ ❷ รูปที่ ❸ รูปที่ ❹ เป็นพื้นที่ผิวด้านข้างของพีระมิดฐานสามเหลี่ยม ดังนั้น ผลบวกของพื้นที่ทุกหน้าของพีระมิด เรียกว่า พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด

ตัวอย่าง

จากพีระมิดข้างต้น กำหนดให้ด้านของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีความยาวของฐาน a หน่วย และมีความสูงเอียง l หน่วย จะได้พื้นที่ผิวข้าง ดังนี้

พื้นที่ฐาน เท่ากับ พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ารูปที่ ❶

พื้นที่ฐาน เท่ากับ $\frac{\sqrt{3}}{4}a^2$ ตารางหน่วย

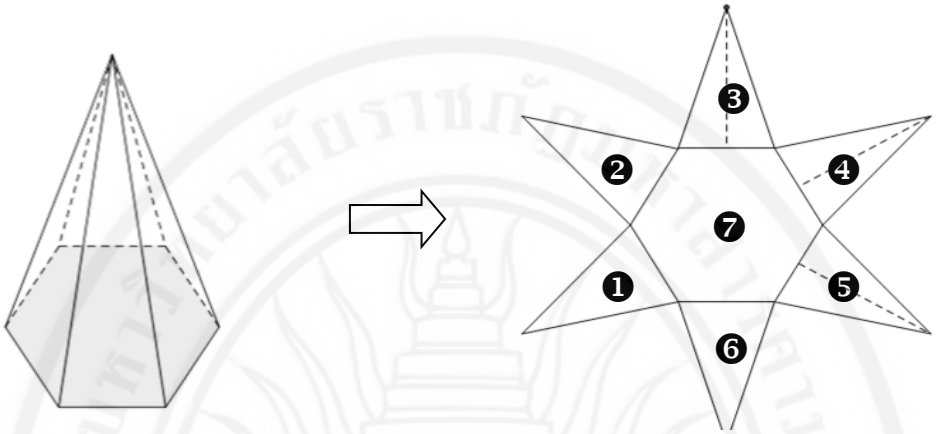
พื้นที่ผิวข้าง เท่ากับ ผลบวกของพื้นที่รูปที่ ❷ รูปที่ ❸ รูปที่ ❹

พื้นที่ผิวข้าง $= 3 \times (\frac{1}{2} \times a \times l)$ ตารางหน่วย

จะได้ พื้นที่ผิวของพีระมิดฐานสามเหลี่ยม เท่ากับ พื้นที่ฐาน + พื้นที่ผิวข้าง

พื้นที่ผิวของพีระมิดฐานสามเหลี่ยม $= \frac{\sqrt{3}}{4}a^2 + 3 \times (\frac{1}{2} \times a \times l)$

$= \frac{\sqrt{3}}{4}a^2 + (\frac{3}{2}al)$ ตารางหน่วย



พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า รูปคลี่ของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

รูปคลี่ของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ประกอบด้วยรูปสามเหลี่ยมทั้งหมด 6 รูป และพื้นที่ฐานเป็นรูปหกเหลี่ยม ดังนี้ รูปที่ ❼ เป็นพื้นที่ฐานของพีระมิด รูปที่ ❶ รูปที่ ❷ รูปที่ ❸ รูปที่ ❹ รูปที่ ❺ และรูปที่ ❻ เป็นพื้นที่ผิวด้านข้างของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ดังนั้น ผลบวกของพื้นที่ทุกหน้าของพีระมิด เรียกว่า พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด

ตัวอย่าง

จากพีระมิดข้างต้น กำหนดให้ด้านของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีความยาวของฐาน a หน่วย และมีความสูงเอียง l หน่วย จะได้พื้นที่ผิวข้าง ดังนี้

พื้นที่ฐาน เท่ากับ พื้นที่ของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ารูปที่ ❼

พื้นที่ฐาน เท่ากับ $\frac{3\sqrt{3}}{2}a^2$ ตารางหน่วย

พื้นที่ผิวข้าง เท่ากับ ผลบวกของพื้นที่รูปที่ ❶ รูปที่ ❷ รูปที่ ❸ รูปที่ ❹ รูปที่ ❺ รูปที่ ❻

พื้นที่ผิวข้าง $= 6 \times (\frac{1}{2} \times a \times l)$ ตารางหน่วย

จะได้ พื้นที่ผิวของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า เท่ากับ พื้นที่ฐาน + พื้นที่ผิวข้าง

พื้นที่ผิวของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า $= \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 + 6 \times (\frac{1}{2} \times a \times l)$

$= \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 + 3al$ ตารางหน่วย

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม

ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับรูปลักษณะของพีระมิด แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คละความสามารถ โดยครูโชว์พีระมิดที่ครูเตรียมไว้ (ภาคผนวก ก) บนกระดาน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มช่วยกันตอบว่าเป็นพีระมิดชนิดใดบ้าง (ใช้เวลา 5 นาที) (F2, R1)

ขั้นที่ 2 สอนเนื้อหาใหม่

1. แจกพีระมิดจากขั้นทบทวนความรู้เดิมให้กลุ่มละ 1 พีระมิด จากนั้นให้นักเรียนคลี่พีระมิดออกเป็นรูปสองมิติ ให้แต่ละกลุ่มตอบว่ารูปคลี่พีระมิดของกลุ่มตนเองประกอบด้วยรูปใดบ้าง (ภาคผนวก ข)

2. ให้แต่ละกลุ่มคำนวณหาพื้นที่รูปคลี่ของพีระมิดที่กลุ่มตนได้ (ภาคผนวก ค) เพราะเหตุใดนักเรียนถึงเลือกใช้วิธีการคำนวณดังกล่าว (ใช้เวลา 15 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1, R2)

ขั้นที่ 3 สรุป

ให้แต่ละกลุ่มสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิว และนำเสนอขั้นตอนการหาพื้นที่ผิวพีระมิดของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน เพราะเหตุใดนักเรียนถึงเลือกใช้วิธีการคำนวณดังกล่าว (ใช้เวลา 5 นาที) (F5, F6, F7, F8, I1, R1, R2)

ขั้นที่ 4 ฝึกทักษะ

ให้นักเรียนทุกคนทำ แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด” (ภาคผนวก ง) (ใช้เวลา 10 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1)

ขั้นที่ 5 นำไปใช้

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องการหาพื้นที่ผิวไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. ครูกำหนดสถานการณ์ ดังนี้ “พีระมิด ก และพีระมิด ข มีฐานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เท่ากันคือ 10 ตารางหน่วย โดยพีระมิดทั้งสามมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันคือ ความสูงของพีระมิด ก เท่ากับ 10 หน่วย สันของพีระมิด ข ยาว 10 หน่วย ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ข จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ก นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด”

(ใช้เวลา 5 นาที) (F5, F6, F7, F8, I1, I6, R1, R3, R6, R10)

ขั้นที่ 6 ประเมินผล

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูปและหาพื้นที่ผิวของพีระมิดจากโจทย์ที่กำหนดให้พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม (ภาคผนวก จ) (ใช้เวลา 5 นาที) (F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1)

สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. พีระมิดที่ครูเตรียม
2. แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด”
3. ใบกิจกรรม

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) - นักเรียนสามารถหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	- แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด”	- การตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด”	- นักเรียนทำแบบฝึกหัด ได้คะแนนรวม 70 % ขึ้น ไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ (P) 1. เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับลักษณะของพีระมิดและและการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้ 2. ให้เหตุผลเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้ 3. สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้	- กิจกรรมการคลี่ - การหาพื้นที่ผิว - แบบฝึกหัด เรื่อง “พื้นที่ผิวของพีระมิด”	- ดูจากการทำแบบฝึกหัด - ดูจากการร่วมกิจกรรมและทำกิจกรรม - สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรม	-นักเรียนได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะ (A) 1. เชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่กับข้อมูลใหม่ให้เกิดองค์ความรู้และคิดอย่างมีระบบ 2. มีความคิดตามลำดับเหตุผล มีความรอบคอบ ทำงานมีหลักการ และเชื่อมั่นในตนเอง 3. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องอย่างชัดเจน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน	- สังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	-นักเรียนได้คะแนนรวม 70% ขึ้นไป หรือผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการคิด/แปลงปัญหา (Formulate: F)	1	4	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาและระบุถึงข้อดี/ข้อจำกัด ของวิธีการที่เลือกใช้ในมุมมองที่ต่างออกไป และสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์นั้นได้อย่างสมบูรณ์
		3	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาและระบุถึงข้อดี/ข้อจำกัด ของวิธีการที่เลือกใช้ในมุมมองที่ต่างออกไป
		2	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา
		1	เลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาได้แต่ไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการใช้คณิตศาสตร์ (Employ: E)	1	4	แสดงวิธีการและผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ผ่านยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่ต่างออกไปและตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด
		3	แสดงวิธีการและผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องทั้งหมด
		2	แสดงวิธีการและผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนและตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้อง
		1	ตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ถูกต้องแต่ปราศจากร่องรอยการคำนวณทางคณิตศาสตร์
สมรรถนะการตีความและประเมิน (Interpret and Evaluate: I)	1	4	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหา นำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด และชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดของการนำผลลัพธ์จากการคำนวณนั้นไปใช้
		3	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาและนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องทั้งหมด
		2	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น มีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาหรือนำมาใช้ตีความได้ถูกต้องบางส่วน
		1	อธิบายได้ว่าผลลัพธ์นั้นมีความหมายอย่างไรในสถานการณ์ปัญหาแต่ผลลัพธ์นั้นไม่ได้เกิดจากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

รายการสมรรถนะ	น้ำหนัก	คะแนน	พฤติกรรม
สมรรถนะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning: R)	2	4	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหา และบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผลผ่านมุมมองที่แตกต่างออกไปจากสาระการเรียนรู้ที่เรียน ได้ถูกต้องทั้งหมด
		3	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหา และบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล ได้ถูกต้องทั้งหมด
		2	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหา หรือบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล ได้ถูกต้องทั้งหมด
		1	บอกเหตุผลในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหา หรือบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สมเหตุสมผล ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน
รวม	**5**	**16**	**คิดเป็นคะแนนเต็ม 20 คะแนน**

จากเกณฑ์การให้คะแนนข้างต้น สามารถกำหนดวิธีการแปลระดับคะแนนเป็นระดับสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เช่น

4 - 8 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับเริ่มต้น

9 - 12 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับกำลังพัฒนา

13 - 16 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสามารถ

17 - 20 คะแนน หมายถึง มีสมรรถนะทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับเหนือความคาดหวัง

ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม

บันทึกผลหลังการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

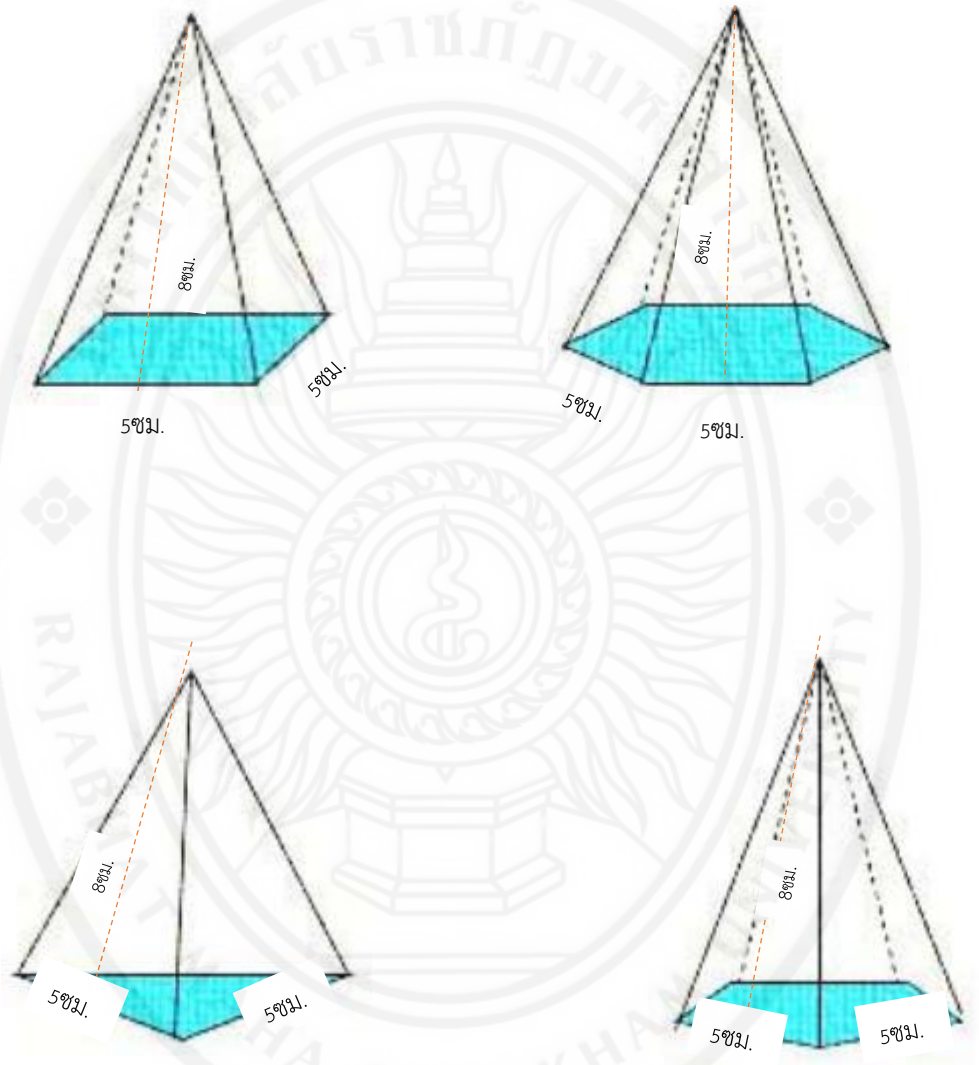
(.....)

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

ภาคผนวก ก (ขั้นทบทวนความรู้เดิม 5 นาที)

(F2, R1)

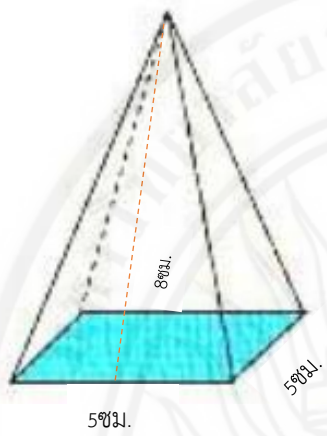
คำชี้แจง ให้แต่ละกลุ่มช่วยกันตอบว่าเป็นพีระมิดชนิดใดบ้าง



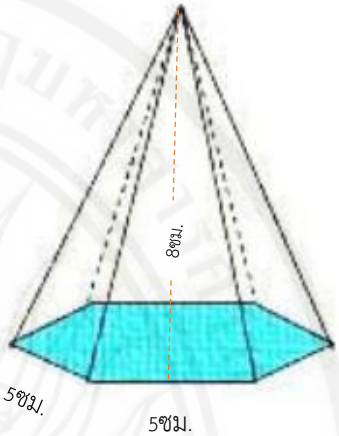
เฉลยภาคผนวก ก (ขั้นทบทวนความรู้เดิม 5 นาที)

(F2, R1)

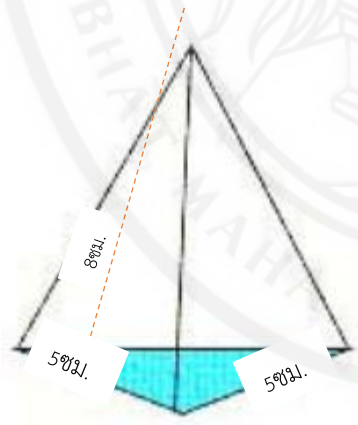
คำชี้แจง ให้แต่ละกลุ่มช่วยกันตอบว่าเป็นพีระมิดชนิดใดบ้าง



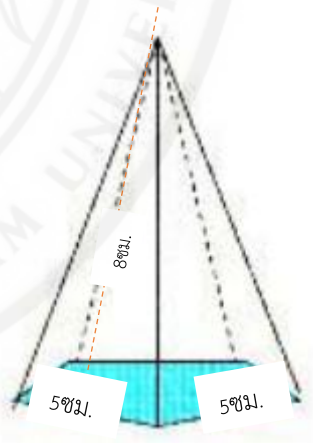
พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส



พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า



พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า

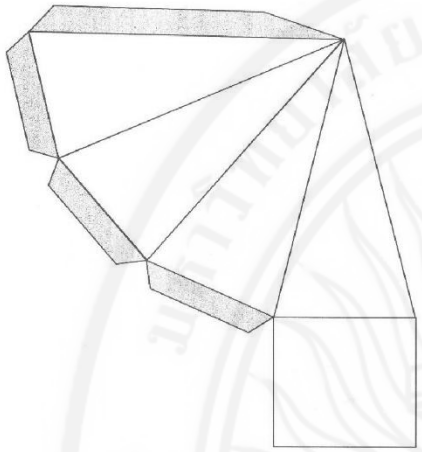


พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่า

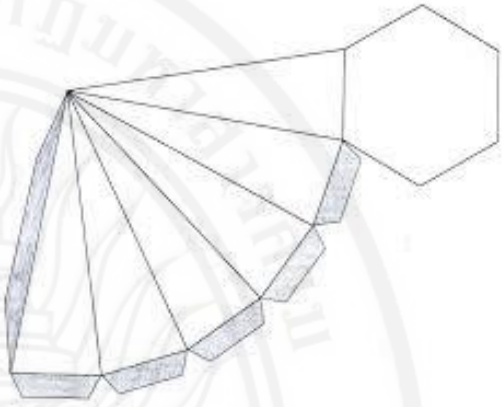
ภาคผนวก ข (ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 5 นาที)

(F2, R1)

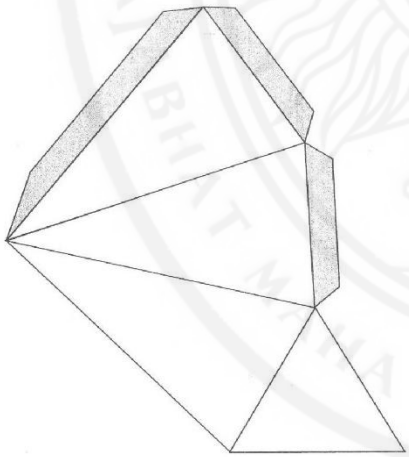
คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคลี่พีระมิดจากขั้นทบทวนความรู้เดิม ออกเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ และพิจารณาว่ารูปที่เกิดจากการคลี่เป็นรูปอะไรประกอบกันบ้าง



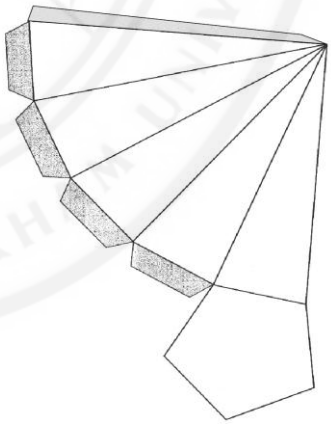
รูปคลี่พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส



รูปคลี่พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า



รูปคลี่พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า

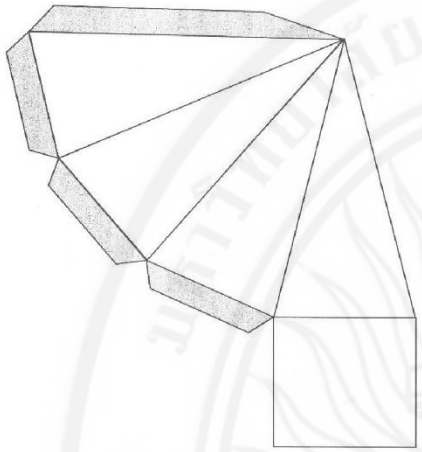


รูปคลี่พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่า

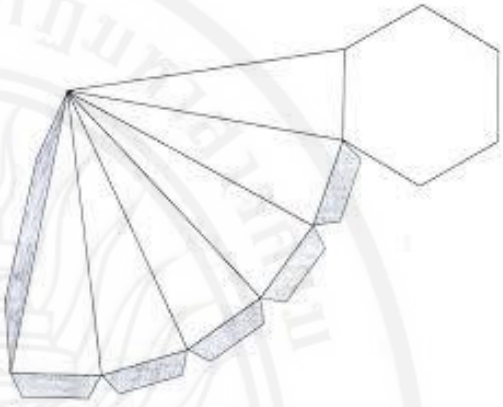
เฉลยภาคผนวก ข (ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 5 นาที)

(F2, R1)

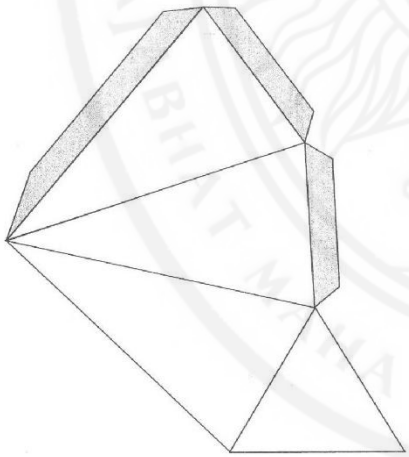
คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคลี่พีระมิดจากขั้นทบทวนความรู้เดิม ออกเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ และพิจารณาว่ารูปที่เกิดจากการคลี่เป็นรูปอะไรประกอบกันบ้าง



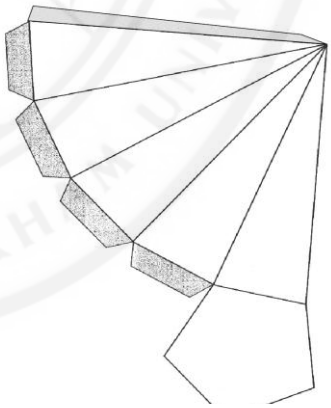
รูปคลี่พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 4 รูป



รูปคลี่พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า ประกอบด้วยรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 6 รูป



รูปคลี่พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า ประกอบด้วยรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 3 รูป

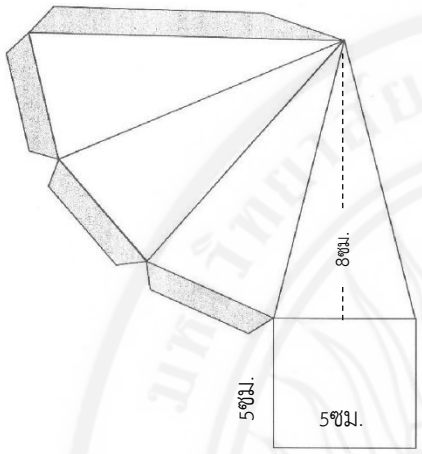


รูปคลี่พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่า ประกอบด้วยรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่า 1 รูป และรูปสามเหลี่ยม 5 รูป

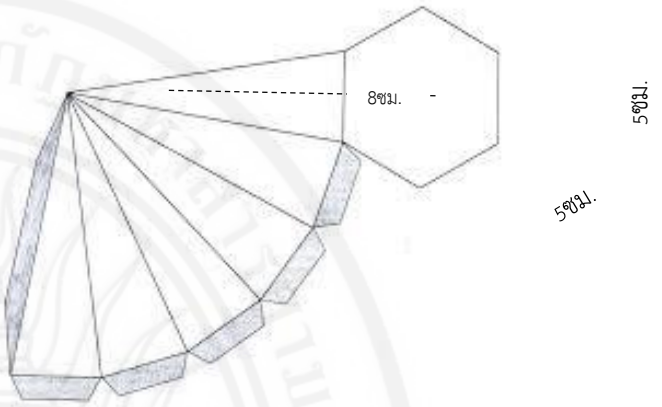
ภาคผนวก ค (ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 10 นาที)

(F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1, R2)

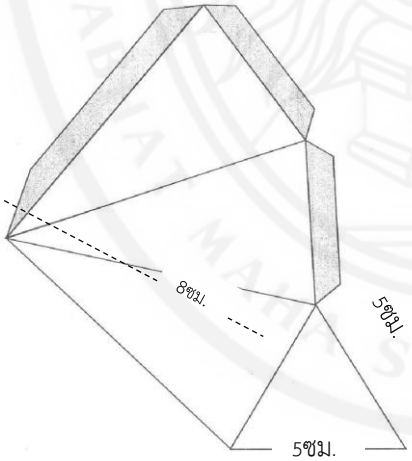
คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณหาพื้นที่รูปคลี่ของพีระมิดที่กลุ่มตนได้รับ



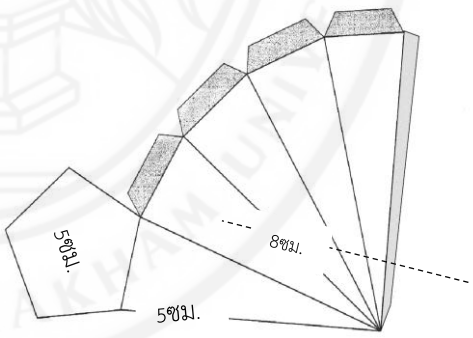
รูปคลี่พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส



รูปคลี่พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า



รูปคลี่พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า

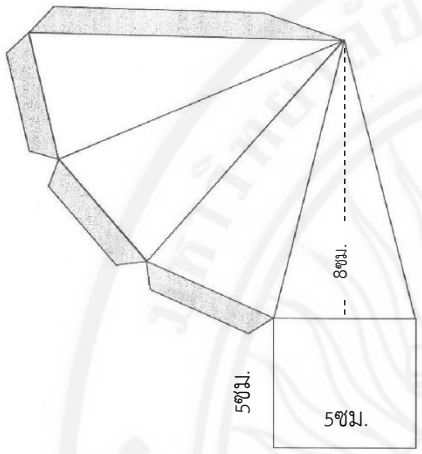


รูปคลี่พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่า

เฉลยภาคผนวก ค (ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ 10 นาที)

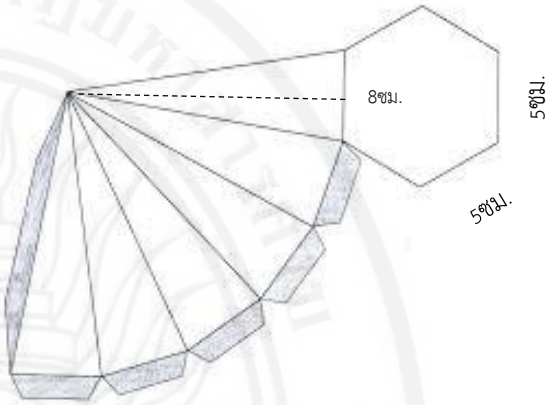
(F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1, R2)

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณหาพื้นที่รูปคลี่ของพีระมิดที่กลุ่มตนได้รับ



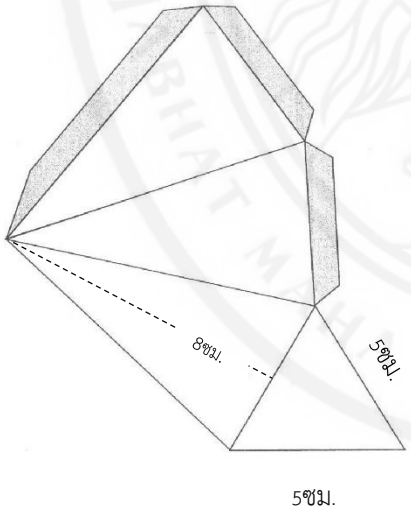
พื้นที่พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส = พื้นที่ฐาน × พื้นที่ผิวข้าง

ดังนั้น จะได้พื้นที่ $(5\times5)+4(\frac{1}{2}\times5\times8)$ = 105 ตร.ซม.



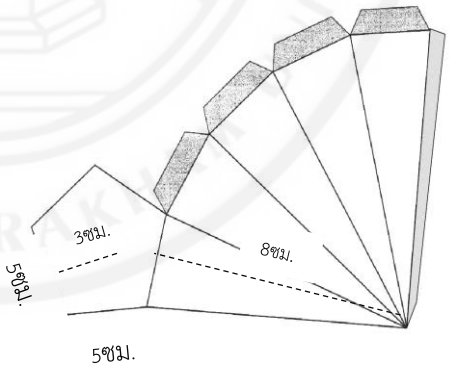
พื้นที่พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่า = พื้นที่ฐาน × พื้นที่ผิวข้าง

ดังนั้น จะได้พื้นที่ $\left(\frac{3\sqrt{3}}{2}(5)^2\right)+6(\frac{1}{2}\times5\times8)$ = 184.95 ตร.ซม.



พื้นที่พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า = พื้นที่ฐาน × พื้นที่ผิวข้าง

ดังนั้น จะได้พื้นที่ $\left(\frac{\sqrt{3}}{4}(5^2)\right)+3(\frac{1}{2}\times5\times8)$ = 70.83 ตร.ซม



พื้นที่พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่า = พื้นที่ฐาน × พื้นที่ผิวข้าง

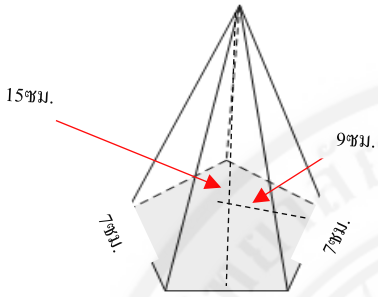
ดังนั้น จะได้พื้นที่ $\left(5\left(\frac{1}{2}\times5\times3\right)\right)+5(\frac{1}{2}\times5\times8)$ = 137.5 ตร.ซม.

ภาคผนวก ง (ขั้นฝึกทักษะ 10 นาที)

(F5, F6, F7, F8, I1, R1, R2)

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1.

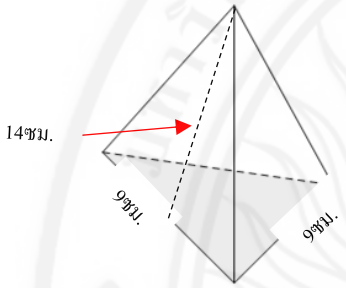


เป็นพีระมิดฐาน.....

สูตรการหาพื้นที่ผิว.....

พื้นที่ผิวเท่ากับ.....

2.

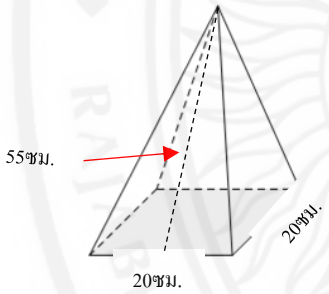


เป็นพีระมิดฐาน.....

สูตรการหาพื้นที่ผิว.....

พื้นที่ผิวเท่ากับ.....

3.

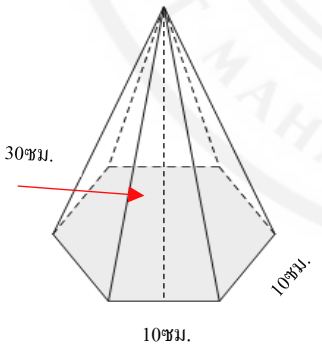


เป็นพีระมิดฐาน.....

สูตรการหาพื้นที่ผิว.....

พื้นที่ผิวเท่ากับ.....

4.



เป็นพีระมิดฐาน.....

สูตรการหาพื้นที่ผิว.....

พื้นที่ผิวเท่ากับ.....

ภาคผนวก จ (ขั้นการวัดและการประเมินผล 5 นาที)

(F2, F7, F8, E1, E3, E12, R1)

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูปและหาพื้นที่ผิวของพีระมิดจากโจทย์ที่กำหนดให้

พีระมิดฐานสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยมีด้านประกอบมุมฉากยาว 3 ซม. และ 4 ซม. ความสูงเอียงผิวข้างด้วยที่มีฐานยาว 3 ซม. เท่ากับ 6 ซม. และด้านที่มีฐานยาว 4 ซม. เท่ากับ 8 ซม. และอีกด้านหนึ่งเท่ากับ 10 ซม. จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิด

แบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำและหาคำตอบในแต่ละข้อ

1. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร พีระมิดนี้มีปริมาตรเท่าใด

2 . 

พีระมิดตรง ฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ 36 ตารางเซนติเมตร สูงเอียง 5 เซนติเมตร พีระมิดนี้จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. มหาพีระมิดแห่งกีซา นับเป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลกยุคโบราณหนึ่งเดียวที่ยังคงอยู่มาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นพีระมิดขนาดใหญ่ตั้งอยู่ที่เมืองกีซาในประเทศอียิปต์ ถูกสร้างขึ้นเมื่อประมาณ 4,600 ปีมาแล้ว ถ้าพีระมิดนี้มีความสูงประมาณ 150 เมตร ความยาวรอบฐานประมาณ 960 เมตร และมีปริมาตรประมาณ 2,880,000 ลูกบาศก์เมตร อยากทราบว่า พีระมิดนี้จะมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมก้านเท่าหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะเหตุใด (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)

4. นักเรียนทำกรวยกระดาษวันคริสมาสต์ โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 7 นิ้ว และสูงเอียง 10 นิ้ว จะต้องใช้กระดาษอย่างน้อยเท่าใด (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)

5. 

จากรูป ปริมาตรของกรวยเท่ากับเท่าใด (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)

6. กรวยไอศกรีมมีปริมาตรประมาณ 66 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งกรวยสูง 7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของกรวยนี้ จะยาวประมาณเท่าใด (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)

7. หมวกปาร์ตี้เป็นหมวกที่ใช้ในงานเฉลิมฉลองในหลายเทศกาล โดยหมวกปาร์ตี้มักจะมีลักษณะคล้ายกรวยและทำจากกระดาษแข็งที่มีลวดลายสวยงาม ถ้าอชิมีกระดาษแข็งแผ่นหนึ่ง กว้าง 54 เซนติเมตร และยาว 150 เซนติเมตร อยากทราบว่า กระดาษแข็งที่อชิมีจะเพียงพอต่อการทำหมวกปาร์ตี้ที่มีลักษณะคล้ายกรวยสูง 24 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 10 ใบ หรือไม่ (กำหนด $\pi = 3.14$)

8. ลูกวอลเลย์บอลเมื่อสูบลมเต็ม วัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 14 เซนติเมตร ถ้าลูกวอลเลย์บอลนี้ทำด้วยหนังหนา 0.1 เซนติเมตร ปริมาตรของอากาศภายในลูกวอลเลย์บอลประมาณเท่าใด

9. ลูกแก้วทรงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 นิ้ว จะมีพื้นที่ผิวเท่าใด (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)

10. ถ้าขยายทรงกลมให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 2 เท่า ปริมาตรของทรงกลมใหม่จะเป็นกี่เท่าของปริมาตรของทรงกลมเดิม

11. พีระมิด ก พีระมิด ข และพีระมิด ค มีฐานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เท่ากันคือ 20 ตารางหน่วย โดยพีระมิดทั้งสามมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันคือ

ความสูงของพีระมิด ก เท่ากับ 20 หน่วย

สันของพีระมิด ข ยาว 20 หน่วย

ส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมที่เป็นหน้าของพีระมิด ข ยาว 20 หน่วย

11.1 ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ก จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ข นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

11.2 ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ค จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ก นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

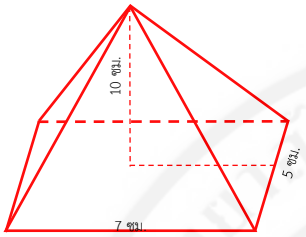
11.3 ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ค จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ข นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

เฉลยแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พีระมิด กรวยและทรงกลม

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำและหาคำตอบในแต่ละข้อ

1. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร พีระมิดนี้มีปริมาตรเท่าใด

วิธีทำ



$$\text{ปริมาตรพีระมิด} = \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$= \frac{1}{3} \times (\text{กว้าง} \times \text{ยาว}) \times \text{สูง}$$

$$= \frac{1}{3} \times (6 \times 8) \times 10$$

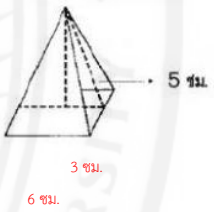
$$= 190 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

ตอบ พีระมิดนี้มีปริมาตร 190 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สมรรถนะที่แสดง : F2, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, E1, E3, E7, E8, R1

2. 

พีระมิดตรง ฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ 36 ตารางเซนติเมตร สูงเอียง 5 เซนติเมตร พีระมิดนี้จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร



วิธีทำ ปริมาตรพีระมิด $= \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง}$

หาความสูงของพีระมิด

จาก พีระมิดสูงเอียง 5 เซนติเมตร และสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความยาวแต่ละด้าน $= \sqrt{36} = 6$ เซนติเมตร

สามารถใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสหาความสูงของพีระมิดได้ โดย

$l^2 = a^2 + h^2$ จะได้ $5^2 = 3^2 + h^2$

$h^2 = 25 - 9$

$h = \sqrt{16} = 4$ ดังนั้น พีระมิดนี้สูง 4 เซนติเมตร

ปริมาตรพีระมิด $= \frac{1}{3} \times 36 \times 4 = 48$

ตอบ พีระมิดนี้จะมีปริมาตร 48 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สมรรถนะที่แสดง : F2, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, E1, E3, E7, E8, E12, R1

3. มหาพีระมิดแห่งกีซา นับเป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลกยุคโบราณหนึ่งเดียวที่ยังคงอยู่มาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นพีระมิดขนาดใหญ่ตั้งอยู่ที่เมืองกีซาในประเทศอียิปต์ ถูกสร้างขึ้นเมื่อประมาณ 4,600 ปีมาแล้ว ถ้าพีระมิดนี้มีความสูงประมาณ 150 เมตร ความยาวรอบฐานประมาณ 960 เมตร และมีปริมาตรประมาณ 2,880,000 ลูกบาศก์เมตร อยากทราบว่า พีระมิดนี้จะมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะเหตุใด (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$) และให้นักเรียนอธิบายว่าคำตอบสมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริงหรือไม่

วิธีทำ จากปริมาตรของพีระมิด $= \frac{1}{3} \times$ พื้นที่ฐาน $\times$ สูง

ถ้าสมมติว่า พีระมิดนี้เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

จะได้ความยาวฐานแต่ละด้าน $= 960 \div 3 = 320$ เมตร

ดังนั้น ปริมาตรของพีระมิด $= \frac{1}{3} \times (\frac{\sqrt{3}}{4} \times$ ความยาวของด้าน$^2) \times$ ความสูง

$$= \frac{1}{3} \times \left(\frac{\sqrt{3}}{4} \times 320 \times 320 \right) \times 150$$

$$= 1,280,000\sqrt{3} \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

$$\approx 2,216,960 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

ถ้าสมมติว่า พีระมิดนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

จะได้ความยาวฐานแต่ละด้าน $= 960 \div 4 = 240$ เมตร

ดังนั้น ปริมาตรของพีระมิด $= \frac{1}{3} \times$ (ความยาวของด้าน$^2) \times$ ความสูง

$$= \frac{1}{3} \times (240 \times 240) \times 150$$

$$= 2,880,000 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

ตอบ มหาพีระมิดแห่งกีซามีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะเมื่อแทนค่าความยาวแต่ละด้านในสูตรการหาปริมาตรของพีระมิดได้คำตอบสอดคล้องกับข้อมูลที่โจทย์ระบุ และคำตอบสมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริง เนื่องจากพีระมิดแห่งกีซามีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

สมรรถนะที่แสดง : F2, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, E1, E2, E3, E10, E12, I1, R1, R2, R6, R14

4. นักเรียนทำกรวยกระดาษวันคริสมาสต์ โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 7 นิ้ว และสูงเอียง 10 นิ้ว จะต้องใช้กระดาษอย่างน้อยเท่าใด (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$) และให้นักเรียนอธิบายว่าคำตอบสมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริงหรือไม่

วิธีทำ พื้นที่ผิวกรวย = พื้นที่ฐาน + พื้นที่ผิวข้าง

กรวยกระดาษคริสมาสต์ไม่จำเป็นต้องทำฐาน ดังนั้น หาแค่พื้นที่ผิวข้าง

พื้นที่ผิวกรวย = พื้นที่ผิวข้าง = $\pi rl = \frac{22}{7} \times 3.5 \times 10$ = 110 ตารางนิ้ว

ตอบ จะต้องใช้กระดาษอย่างน้อย 110 ตารางนิ้ว และคำตอบยังไม่สมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริง เพราะในชีวิตจริงการจะคาดคะเนกระดาษเพื่อนำไปทำสิ่งประดิษฐ์ใดใด มักจะคิดเป็นจำนวนกระดาษที่ใช้มากกว่าพื้นที่ของกระดาษ ควรที่จะมีทราบขนาดของกระดาษเพื่อหาจำนวนกระดาษที่จะใช้ในการทำกรวยกระดาษ

สมรรถนะที่แสดง : F2, F5, F6, F7, F8, F9, E1, E3, E7, E8, I2, I9, R1, R14

5. 

จากรูป ปริมาตรของกรวยเท่ากับเท่าใด (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)

วิธีทำ ปริมาตรกรวย $= \frac{1}{3}\pi r^2 h$

ปริมาตรกรวย =

$$\frac{1}{3} \times \frac{22}{7} \times \left(3^2\right) \times 14$$

ปริมาตรกรวย $\approx$ 132 ตารางเซนติเมตร

ตอบ ปริมาตรของกรวยเท่ากับ 132 ตารางเซนติเมตร

สมรรถนะที่แสดง : F2, F5, F6, F7, F8, F9, E1, E3, E7, E8, I2, I9, R1

6. กรวยไอศกรีมมีปริมาตรประมาณ 66 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งกรวยสูง 7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของกรวยนี้ จะยาวประมาณเท่าใด (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)

วิธีทำ ปริมาตรของกรวย $= \frac{1}{3}\pi r^2 h$

$$66 = \frac{1}{3} \times \frac{22}{7} \times \left(r^2\right) \times 7$$

$$r^2 = \frac{(66 \times 3)}{22} = \frac{198}{22} = 9$$

$$r = \sqrt{9} = 3$$

เส้นผ่านศูนย์กลาง $= 2r = 2 \times 3 = 6$

ตอบ เส้นผ่านศูนย์กลางของกรวยนี้ จะยาวประมาณ 6 เซนติเมตร

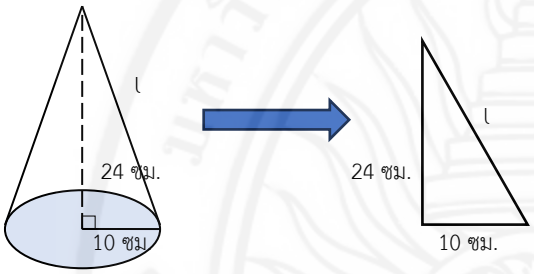
สมรรถนะที่แสดง : F2, F5, F6, F7, F8, F9, E1, E3, E7, E8, I2, I9, R1

7. หมวกปาร์ตี้เป็นหมวกที่ใช้ในงานเฉลิมฉลองในหลายเทศกาล โดยหมวกปาร์ตี้มักจะมีลักษณะคล้ายกรวยและทำจากกระดาษแข็งที่มีลวดลายสวยงาม ถ้าอชิมีกระดาษแข็งแผ่นหนึ่ง กว้าง 54 เซนติเมตร และยาว 150 เซนติเมตร อยากทราบว่า กระดาษแข็งที่อชิมีจะเพียงพอต่อการทำหมวกปาร์ตี้ที่มีลักษณะคล้ายกรวยสูง 24 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 10 ใบ หรือไม่ (กำหนด $\pi = 3.14$) และให้นักเรียนอธิบายว่าคำตอบสมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริงหรือไม่

วิธีทำ เนื่องจากฐานของหมวกจะต้องสวมศีรษะจึงไม่จำเป็นต้องคิดพื้นที่ฐาน

ดังนั้น พื้นที่ผิวหมวกรูปกรวย = พื้นที่ผิวข้าง

จากโจทย์ วาดภาพจำลองของกรวยได้ดังนี้



หาความยาวของส่วนสูงเอียงของกรวย โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$l^2 = 24^2 + 10^2$

$l^2 = 576+100$

$l^2 = 676$

$l = \sqrt{676}$

$l = 26$ เซนติเมตร

พื้นที่ผิวหมวกรูปกรวย 1 ใบ $= \pi rl$

$= 3.14 \times 10 \times 26$

$= 816.4$ ตารางเซนติเมตร

พื้นที่ผิวหมวกรูปกรวย 10 ใบ $= 10 \times 816.4 = 8{,}164$ ตารางเซนติเมตร

กระดาษแข็งแผ่นหนึ่งมีพื้นที่ = กว้าง $\times$ ยาว

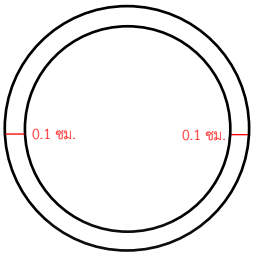
$= 54 \times 150$

$= 8{,}100$ ตารางเซนติเมตร

ตอบ กระดาษแข็งที่อชิมีไม่เพียงพอต่อการทำหมวกปาร์ตี้ที่มีลักษณะคล้ายกรวยสูง 24 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 10 ใบ และคำตอบสมเหตุสมผลกับบริบทโลกจริง เพราะในชีวิตจริงการจะคาดคะเนกระดาษเพื่อนำไปทำสิ่งประดิษฐ์ใดใด มักจะคิดเป็นจำนวนกระดาษที่ใช้มากกว่าพื้นที่ของกระดาษ

สมรรถนะที่แสดง : F2, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, E1, E2, E3, E10, E12, I1, R1, R2, R6, R14

8. ลูกวอลเลย์บอลเมื่อสูบลมเต็ม วัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 14 เซนติเมตร ถ้าลูกวอลเลย์บอลนี้ทำด้วยหนังหนา 0.1 เซนติเมตร ปริมาตรของอากาศภายในลูกวอลเลย์บอลประมาณเท่าใด

วิธีทำ 

เส้นผ่านศูนย์กลางลูกวอลเลย์บอลข้างใน = 14 - 0.2 = 13.8 ซม.

ปริมาตรของทรงกลม $= \frac{4}{3}\pi r^3$

ปริมาตรของทรงกลม $= \frac{4}{3}\pi\left(6.9^3\right)$

ปริมาตรของทรงกลม $= 438.01\pi$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตอบ ปริมาตรของอากาศภายในลูกวอลเลย์บอลประมาณ 438.01π ลูกบาศก์เซนติเมตร

สมรรถนะที่แสดง : F2, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, E1, E3, E7, E8, I2, I9, R1

9. ลูกแก้วทรงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 นิ้ว จะมีพื้นที่ผิวเท่าใด (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)

วิธีทำ พื้นที่ผิวของทรงกลม $= 4\pi r^2$

พื้นที่ผิวของทรงกลม $= 4 \times \frac{22}{7} \times \left(7^2\right)$

พื้นที่ผิวของทรงกลม = 615.75 ตารางนิ้ว

ตอบ ลูกแก้วทรงกลมจะมีพื้นที่ผิว 615.75 ตารางนิ้ว

สมรรถนะที่แสดง : F2, F5, F6, F7, F8, F9, E1, E3, E7, E8, I2, I9, R1

10. ถ้าขยายทรงกลมให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 2 เท่า ปริมาตรของทรงกลมใหม่จะเป็นกี่เท่าของปริมาตรของทรงกลมเดิม

วิธีทำ ปริมาตรของทรงกลมเดิม $= \frac{4}{3}\pi r^3$

ปริมาตรของทรงกลมใหม่ $= \frac{4}{3}\pi\left(2r\right)^3 = \frac{4}{3}\pi 8r^3 = 8\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)$

จะเห็นได้ว่า ปริมาตรของทรงกลมใหม่ $= 8 \times$ (ปริมาตรของทรงกลมเดิม)

ตอบ ปริมาตรของทรงกลมใหม่จะเป็น 8 เท่าของปริมาตรของทรงกลมเดิม

สมรรถนะที่แสดง : F2, F5, F6, F7, F8, F9, E1, E3, E7, E8, I2, I9, R1, R2

11. พีระมิด ก พีระมิด ข และพีระมิด ค มีฐานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เท่ากันคือ 20 ตารางหน่วย โดยพีระมิดทั้งสามมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันคือ

ความสูงของพีระมิด ก เท่ากับ 20 หน่วย

สันของพีระมิด ข ยาว 20 หน่วย

ส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมที่เป็นหน้าของพีระมิด ค ยาว 20 หน่วย

11.1 ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ก จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ข นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ ข้อสรุปนี้ไม่ถูกต้อง เพราะเมื่อพีระมิด ข มีสันยาว 10 หน่วย จะทำให้ความสูงของพีระมิด ข นั้นยาวน้อยกว่า 10 หน่วย นั่นคือ พีระมิด ข จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ก

11.2 ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ค จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ก นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ ข้อสรุปนี้ถูกต้อง เพราะพีระมิด ค มีส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมที่เป็นหน้าของพีระมิด ค ยาว 10 หน่วย จะทำให้ความสูงของพีระมิด ค นั้น ยาวน้อยกว่า 10 หน่วย

11.3 ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ค จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ข นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ ข้อสรุปนี้ไม่ถูกต้อง เพราะเมื่อพีระมิด ข มีสันยาว 10 หน่วย จะทำให้ส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมที่เป็นหน้าของพีระมิด ข นั้น ยาวน้อยกว่า 10 หน่วย ซึ่งจะทำให้พีระมิด ข จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ค

สมรรถนะที่แสดง : R1, R2, R3

ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพเครื่องมือ

แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อไป

ระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ

เหมาะสมมากที่สุด ให้ 5 คะแนน
เหมาะสมมาก ให้ 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง ให้ 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย ให้ 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

ตารางที่ ข.1 รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้					
1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลครบถ้วน					
จุดประสงค์การเรียนรู้					
1. มีความครอบคลุมในด้านความรู้ ทักษะคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
2. มีความชัดเจน					
3. จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน					
4. จุดประสงค์มีความ เหมาะสมกับเวลา					
สาระการเรียนรู้					
1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
2. มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
3. มีการจัดลำดับจากง่ายไปยากได้อย่างเหมาะสม					
4. มีความถูกต้องและชัดเจน					
5. มีความเหมาะสมกับเวลาสามารถนำไปสอนได้จริง					
กิจกรรมการเรียนรู้					
1. ทบทวนความรู้เดิม					
2. สอนเนื้อหาใหม่					
3. สรุป					
4. ฝึกทักษะ					
5. นำไปใช้					
6. ประเมินผล					
สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้					
1. มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
2. มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3. สื่อการเรียนการสอนเร้า ความสนใจของผู้เรียน เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน					
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3. ส่งเสริมการวัดความรู้ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
4. การวัดผลที่ระบุสามารถประเมินได้ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม					
5. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อไป

ระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ

เหมาะสมมากที่สุด ให้ 5 คะแนน
เหมาะสมมาก ให้ 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง ให้ 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย ให้ 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

ตารางที่ ข.2 รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้					
1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลครบถ้วน					
จุดประสงค์การเรียนรู้					
1. มีความครอบคลุมในด้านความรู้ ทักษะคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
2. มีความชัดเจน					
3. จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน					
4. จุดประสงค์มีความ เหมาะสมกับเวลา					
สาระการเรียนรู้					
1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
2. มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					

(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
3. มีการจัดลำดับจากง่ายไปยากได้อย่างเหมาะสม					
4. มีความถูกต้องและชัดเจน					
5. มีความเหมาะสมกับเวลาสามารถนำไปสอนได้จริง					
กิจกรรมการเรียนรู้					
1. ทบทวนความรู้เดิม					
2. สอนเนื้อหาใหม่					
3. สรุป					
4. ฝึกทักษะ					
5. นำไปใช้					
6. ประเมินผล					
สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้					
1. มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
2. มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3. สื่อการเรียนการสอนเร้า ความสนใจของผู้เรียน เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน					
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3. ส่งเสริมการวัดความรู้ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
4. การวัดผลที่ระบุสามารถประเมินได้ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม					
5. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบวัดสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ว่าตรงตามกรอบเนื้อหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หรือไม่พร้อมทั้งเสนอข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

โดย ทำเครื่องหมาย √ ในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัด

ทำเครื่องหมาย √ ในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัด

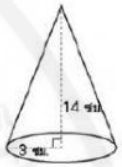
ทำเครื่องหมาย √ ในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นไม่สอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัด

ตารางที่ ข.3 รายการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	แบบทดสอบสมรถนะทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
				+1	0	-1
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้	ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง	สมรรถนะที่ 1 การคิด / แปลงปัญหา (F)	1. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร และสูง 10 เซนติเมตร พีระมิดนี้มีปริมาตรเท่าใด			
			2. พีระมิดตรง ฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ 36 ตารางเซนติเมตร สูงเอียง 5 เซนติเมตร พีระมิดนี้จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร			
			3. มหาพีระมิดแห่งกีซา นับเป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลกยุคโบราณหนึ่งเดียวที่ยังคงอยู่มาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเป็นพีระมิดขนาดใหญ่ตั้งอยู่ที่เมืองกีซาในประเทศอียิปต์ ถูกสร้างขึ้นเมื่อประมาณ 4,600 ปีมาแล้ว ถ้าพีระมิดนี้มีความสูงประมาณ 150 เมตร ความยาวรอบฐานประมาณ 960 เมตร และมีปริมาตรประมาณ 2,880,000 ลูกบาศก์เมตร อยากทราบว่า พีระมิดนี้จะมีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าหรือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะเหตุใด (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)			

(ต่อ)

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	แบบทดสอบสมรถนะทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
				+1	0	-1
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้	ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง	สมรรถนะที่ 2 การใช้คณิตศาสตร์ (E)	4. นักเรียนทำกรวยกระดาษวันคริสมาสต์ โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 7 นิ้ว และสูงเอียง 10 นิ้ว จะต้องใช้กระดาษอย่างน้อยเท่าใด (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)			
			5.  จากรูป ปริมาตรของกรวยเท่ากับเท่าใด (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)			
			6. กรวยไอศกรีมมีปริมาตรประมาณ 66 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งกรวยสูง 7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของกรวยนี้ จะยาวประมาณเท่าใด (กำหนด $\pi = \frac{22}{7}$)			

(ต่อ)

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	แบบทดสอบสมรถนะทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
				+1	0	-1
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้	ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง	สมรรถนะที่ 2 การใช้คณิตศาสตร์ (E)	7. หมวกปาร์ตี้เป็นหมวกที่ใช้ในงานเฉลิมฉลองในหลายเทศกาล โดยหมวกปาร์ตี้มักจะมีลักษณะคล้ายกรวยและทำจากกระดาษแข็งที่มีลวดลายสวยงาม ถ้าอชิมีกระดาษแข็งแผ่นหนึ่ง กว้าง 54 เซนติเมตร และยาว 150 เซนติเมตร อยากทราบว่า กระดาษแข็งที่อชิมีจะเพียงพอต่อการทำหมวกปาร์ตี้ที่มีลักษณะคล้ายกรวยสูง 24 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 20 เซนติเมตร จำนวน 10 ใบ หรือไม่ (กำหนด $\pi = 3.14$)			
		สมรรถนะที่ 3 การตีความและประเมินผล (I)	8. ลูกวอลเลย์บอลเมื่อสูบลมเต็ม วัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 14 เซนติเมตร ถ้าลูกวอลเลย์บอลนี้ทำด้วยหนังหนา 0.1 เซนติเมตร ปริมาตรของอากาศภายในลูกวอลเลย์บอลประมาณเท่าใด			
			9. ลูกแก้วทรงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 นิ้ว จะมีพื้นที่ผิวเท่าใด			
			10. ถ้าขยายทรงกลมให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 2 เท่า ปริมาตรของทรงกลมใหม่จะเป็นกี่เท่าของปริมาตรของทรงกลมเดิม			

(ต่อ)

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สมรรถนะทางคณิตศาสตร์	แบบทดสอบสมรถนะทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
				+1	0	-1
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้	ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง	สมรรถนะที่ 4 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (R)	11. พีระมิด ก พีระมิด ข และพีระมิด ค มีฐานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เท่ากันคือ 20 ตารางหน่วย โดยพีระมิดทั้งสามมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันคือ ความสูงของพีระมิด ก เท่ากับ 20 หน่วย สันของพีระมิด ข ยาว 20 หน่วย ส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมที่เป็นหน้าของพีระมิด ข ยาว 20 หน่วย 11.1 ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ก จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ข นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด 11.2 ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ค จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ก นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด 11.3 ถ้าจะสรุปว่าพีระมิด ค จะมีความสูงน้อยกว่าพีระมิด ข นักเรียนคิดว่า ข้อสรุปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ตารางที่ ข.4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้					
1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ครบถ้วน	5	5	5	5	5
จุดประสงค์การเรียนรู้					
1. มีความครอบคลุมในด้านความรู้ ทักษะคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5	5
2. มีความชัดเจน	5	5	5	5	4
3. จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5	5
4. จุดประสงค์มีความ เหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5
สาระการเรียนรู้					
1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5
2. มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	5
3. มีการจัดลำดับจากง่ายไปยากได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	5
4. มีความถูกต้องและชัดเจน	5	5	4	4	5
5. มีความเหมาะสมกับเวลาสามารถนำไปสอนได้จริง	4	4	4	5	4
กิจกรรมการเรียนรู้					
1. ทบทวนความรู้เดิม	5	5	5	5	5
2. สอนเนื้อหาใหม่	5	5	4	4	4
3. สรุป	5	5	5	4	4
4. ฝึกทักษะ	4	5	5	4	4
5. นำไปใช้	4	5	4	5	4
6. ประเมินผล	5	5	5	5	5

(ต่อ)

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้					
1. มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5
2. มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	4
3. สื่อการเรียนการสอนเร้า ความสนใจของผู้เรียน เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน	4	5	5	5	4
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	4	4
3. ส่งเสริมการวัดความรู้ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	4	4
4. การวัดผลที่ระบุสามารถประเมินได้ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม	5	5	4	4	5
5. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์	5	5	4	4	5

จากตารางที่ ข.4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 มีลักษณะการประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด. 2541, น. 95-100) ซึ่งมีคะแนนอยู่ระหว่าง 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ตารางที่ ข.5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้					
1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ครบถ้วน	5	5	5	5	5
จุดประสงค์การเรียนรู้					
1. มีความครอบคลุมในด้านความรู้ ทักษะคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5	5
2. มีความชัดเจน	5	5	5	4	4
3. จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5	5
4. จุดประสงค์มีความ เหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5
สาระการเรียนรู้					
1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	5
2. มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5	5
3. มีการจัดลำดับจากง่ายไปยากได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	5
4. มีความถูกต้องและชัดเจน	5	5	4	4	5
5. มีความเหมาะสมกับเวลาสามารถนำไปสอนได้จริง	4	4	4	4	4
กิจกรรมการเรียนรู้					
1. ทบทวนความรู้เดิม	5	5	5	4	4
2. สอนเนื้อหาใหม่	5	5	5	5	5
3. สรุป	5	5	4	4	4
4. ฝึกทักษะ	5	5	5	5	5
5. นำไปใช้	5	5	4	5	4
6. ประเมินผล	5	5	4	4	4

(ต่อ)

ตารางที่ ข.5 (ต่อ)

สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้					
1. มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5
2. มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5
3. สื่อการเรียนการสอนเร้า ความสนใจของผู้เรียน เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน	4	4	4	4	4
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	4	4
3. ส่งเสริมการวัดความรู้ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5	5
4. การวัดผลที่ระบุสามารถประเมินได้ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	5
5. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์	4	4	4	4	4

จากตารางที่ ข.5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 มีลักษณะการประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด. 2541, น. 95-100) ซึ่งมีคะแนนอยู่ระหว่าง 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
4	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
10	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ ข.6 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 11 ข้อคำถาม มีค่า IOC ระหว่าง 0.67 - 1.00 ทุกข้อ ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.5 แสดงว่า ข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

ค่าอำนาจจำแนกจะเป็นการดูความเหมาะสมรายข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 11 ข้อ ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.7

ตารางที่ ข.7 ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

คำถาม	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.50
2	0.30
3	0.56
4	0.36
5	0.44
6	0.37
7	0.60
8	0.56
9	0.32
10	0.49
11	0.42
ค่าความเชื่อมั่น (α)	0.77

จากตารางที่ ข.7 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีค่าอำนาจจำแนกได้ดีมาก (0.60-1.00) จำนวน 1 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกได้ดี (0.40-0.59) จำนวน 5 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกได้พอใช้ (0.20-0.39) จำนวน 4 ข้อ แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด และมีค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.79

ค่าความยากง่าย

ค่าความยากง่ายจะเป็นการดูความเหมาะสมรายข้อ ของแบบสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 11 ข้อ ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ ปรากฏดังตารางที่ ข.8

ตารางที่ ข.8 ค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

คำถาม	ค่าความยากง่าย
1	0.25
2	0.33
3	0.50
4	0.36
5	0.25
6	0.33
7	0.58
8	0.29
9	0.21
10	0.54
11	0.25

จากตารางที่ ข.8 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีค่าความยากง่าย ในระดับดีมาก (0.40-0.59) จำนวน 3 ข้อ ค่าความยากง่าย ในระดับดีพอใช้ (0.20 - 0.40) จำนวน 8 ข้อ แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ภาคผนวก ค

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

1) นางปาลิดา กุลภัทรเมธา	ครูเชี่ยวชาญ (คศ.4) โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและการสอน
2) นางสาวธารินีย์ บรรเทา	ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) โรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์และเนื้อหา
3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรชา นันจรัส	อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาตร์และเนื้อหา
4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีรพงษ์ วงศ์พินิจ	อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ และเนื้อหา
5) อาจารย์วริดา พลาศรีอาจารย์	ประจำสาขาวิชาสถิติศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสถิติ และการวิจัย

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ

ข้อตกลงเบื้องต้นของคะแนนจากแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์

ตั้งสมมติฐานทางสถิติ

H_0 : คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ

ตารางที่ ง.1 ข้อตกลงเบื้องต้นของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Tests of Normality						
ห้องเรียนใช้เทคโนโลยี	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	.129	26	.200*	.969	26	.589
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

จากตารางที่ ง.1 การทดสอบข้อมูลตัวอย่างจำนวน 26 ตัวอย่าง เนื่องจากข้อมูลตัวอย่างน้อยกว่า 50 ข้อมูล จึงใช้การทดสอบ Shapiro-Wilk ปรากฏว่ามีค่า Sig. เท่ากับ .589 มากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ที่กำหนด จึงยอมรับ H_0 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการสอบสถิติที

ตั้งสมมติฐานทางสถิติ

H_0 : คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ

ตารางที่ ง.2 ข้อตกลงเบื้องต้นของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนที่ไม่ใช้เทคโนโลยีโดยการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Tests of Normality

ห้องเรียนไม่ใช้เทคโนโลยี	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	.159	32	.039	.971	32	.524

a. Lilliefors Significance Correction

จากตารางที่ ง.2 การทดสอบข้อมูลตัวอย่างจำนวน 32 ตัวอย่าง เนื่องจากข้อมูลตัวอย่างน้อยกว่า 50 ข้อมูล จึงใช้การทดสอบ Shapiro-Wilk ปรากฏว่ามีค่า Sig. เท่ากับ .524 มากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ที่กำหนด จึงยอมรับ H_0 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการสอบสถิติที

ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์



โรงเรียนท่าขอนยางวิทยาคม
เลขที่รับ ๑๗๐๐
วันที่ ๒๕ ต.ค. ๖๗
เวลา ๐๙.๐๕ น.

ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/๖๙๓๔๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๑๐ ตุลาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม

ด้วยนางสาวศุภิสรา หานุสิงห์ นักศึกษาระดับปริญญาโท รหัส ๖๖๘๐๑๐๑๖๐๑๐๓ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงนี้จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ในวันที่ ๒๘ ตุลาคม ๒๕๖๗ เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน
☐ เพื่อโปรดทราบ ☑ เพื่อพิจารณา
มอบ นางสาวศุภิสรา หานุสิงห์
ดำเนินการ
เรียนครู☐ นอน ☐ นอง ☐ อื่นๆ

๑๕ ต.ค. ๖๗

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

๒๕ ต.ค. ๖๗

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๖๑๙๔๖๔๑๔๕

(นายชูชาติ สิทธิสาร)
ผู้อำนวยการโรงเรียนท่าขอนยางพิทยาคม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๔๙๐ **วันที่** ๑๐ ตุลาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ

ด้วยนางสาวศุภิสรา หานุสิงห์ นักศึกษาระดับบริญญาโท รหัส ๖๖๘๐๑๐๑๖๐๑๐๓ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ไม่ใช้เทคโนโลยี
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยี
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๔๙๐ **วันที่** ๑๐ ตุลาคม ๒๕๖๗
เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรชา นันจรัส

ด้วยนางสาวศุภิสรา หานุสิงห์ นักศึกษาระดับบริญญาโท รหัส ๖๖๘๐๑๐๑๖๐๑๐๓ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ไม่ใช้เทคโนโลยี
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยี
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๔๙๐ **วันที่** ๑๐ ตุลาคม ๒๕๖๗
เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ วริดา พลาศรี

ด้วยนางสาวศุภิสรา หานุสิงห์ นักศึกษาระดับปริญญาโท รหัส ๖๖๘๐๑๐๑๖๐๑๐๓ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ไม่ใช้เทคโนโลยี
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยี
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๙๑๘๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๑๐ ตุลาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณครูธารินีย์ บรรเทา

ด้วยนางสาวศุภิสรา หานุสิงห์ นักศึกษาระดับปริญญาโท รหัส ๖๖๘๐๑๐๑๖๐๑๐๓ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ไม่ใช้เทคโนโลยี
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยี
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๖๑-๙๔๖๔๑๔๕



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๙๑๘๐

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๑๐ ตุลาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณครูปาลิดา กุลภัทรเมธา

ด้วยนางสาวศุภิสรา หานุสิงห์ นักศึกษาระดับปริญญาโท รหัส ๖๖๘๐๑๐๑๖๐๑๐๓ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ไม่ใช้เทคโนโลยี
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้เทคโนโลยี
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๖๑-๙๔๖๔๑๔๕

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ศุภิสรา หานุสิงห์ และรามนรี นนทภา. (2568). การพัฒนาสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีห้องเรียนที่ใช้เทคโนโลยีและไม่ใช้เทคโนโลยี. *วารสารมณีเชษฐาราม วัดจอมมณี*, 8(3), พฤษภาคม – มิถุนายน.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวศุภิสรา หานุสิงห์
วันเกิด	วันที่ 7 กันยายน 2543
ภูมิลำเนา	84/62 ถนนสนามบิน ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง กาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000
อีเมล์	keeta_0709@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2565	วิทยาศาสตรบัณฑิต วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2568	ครุศาสตรมหาบัณฑิต ค.ม (คณิตศาสตรศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม