



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL ACTIVITIES IN GEOMETRY TO ENHANCE
CRITICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY THROUGH A DESIGN THINKING PROCESS
FOR LOWER SECONDARY STUDENTS

ธีระศักดิ์ ธนากุลวิพงษ์

การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL ACTIVITIES IN GEOMETRY TO ENHANCE
CRITICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY THROUGH A DESIGN THINKING PROCESS
FOR LOWER SECONDARY STUDENTS



TEERASAK THANAKOOLKAWEEPONG

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of DOCTOR OF EDUCATION
(Mathematics)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2022

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี
วิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ของ

ธีระศักดิ์ ธนากุลวิพงษ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญานิน กองทิพย์) (รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ เฟื่องฟู)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสระและ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัทย ฤกษ์ฤทัยรัตน์)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ผู้วิจัย	ธีระศักดิ์ ธนากุลทวีพงศ์
ปริญญา	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญาณิน กองทิพย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุกัญญา หะยีสานและ

ความมุ่งหมายของการวิจัย ได้แก่ (1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (2) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และ (3) เพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนรุ่งอรุณ ทั้งหมด 24 คน โดยการสุ่มแบบชั้นภูมิ ผลการวิจัยพบว่า (1) กิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยมีค่าเท่ากับ 78.21/75.28 (2) นักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระยะก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนสูงขึ้นตามเป็นลำดับ และ (3) กระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ 4 ด้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้ เมื่อนักเรียนได้เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 แล้ว นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ระบุนิยาม และตีกรอบปัญหาได้ดีขึ้น ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียดดีขึ้น กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ขั้นที่ 3 เป็นการสร้างความคิดให้นักเรียนค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย พิจารณาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหานั้น ซึ่งส่งผลต่อด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาย่างรอบคอบ ขั้นที่ 4 เป็นการแสดงวิธีการหาคำตอบและสร้างชิ้นงานต้นแบบ ส่งผลให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหามาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือกได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับมากขึ้น และในขั้นที่ 5 เป็นการพิจารณาผลลัพธ์และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต้นแบบให้สอดคล้องกับเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ซึ่งส่งผลต่อด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์

คำสำคัญ : กิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิต, การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ, กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

Title	THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL ACTIVITIES IN GEOMETRY TO ENHANCE CRITICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY THROUGH A DESIGN THINKING PROCESS FOR LOWER SECONDARY STUDENTS
Author	TEERASAK THANAKOOLKAWEEPONG
Degree	DOCTOR OF EDUCATION
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Assistant Professor Doctor Yanin Kongthip
Co Advisor	Assistant Professor Doctor Sukanya Hajjsalah

The purposes of this research are as follows: (1) to develop instructional activities in geometry to enhance critical problem-solving ability through a design thinking process for lower secondary students, which was effective according to the criteria of 70/70; (2) to study the critical problem-solving ability of students studying through a design thinking process; (3) to study the role of a design thinking process on the critical problem-solving ability of junior high school students. The sample consisted of 24 Mathayomsuksa Three students from Roong-Aroon School who studied geometry-related content at the junior high school level by stratified sampling. The results of this research revealed the following: (1) the instructional activities in geometry enhanced critically problem-solving through a design thinking process for lower secondary students with an efficiency was equal to 78.21/75.28, which was higher than the criteria; (2) students studying with the design thinking process had a critically problem-solving ability before, during and after the experiment had a statistically significant difference of .01; and (3) the design thinking process affected the critical problem-solving ability of the participants. Once students had gone through the steps of the design thinking process of empathizing and defining, they were able to analyze problem situations, identify information, and define problems that enhanced their ability to consider issues more comprehensively. After ideating in the design thinking process, students thought about ways to solve various problems, selecting and seeking additional information about solutions to that problem, which affected planning, gathering information and choosing a solution carefully. After prototyping, which is a demonstration of how to find solutions and create a prototype, students proceeded to solve problems following the decision-making method more accurately and sequentially. The testing considered the results and improved the prototype to align with the actual conditions and requirements of the problem, and affected the ability of students to audit and improve results.

Keyword : Instructional activities in geometry, Critical problem-solving, Design thinking process

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความเมตตาและกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญานิน กองทิพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสวและ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ เอนก จันทรวงศ์ ที่เอาใจใส่ให้แนวคิด คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขอันเป็นประโยชน์ต่อปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จนสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์วิทย์ เฟื่องฟู ประธานสอบปากเปล่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัทย ฤกษ์ฤทัยรัตน์ กรรมการสอบปากเปล่าปริญญาานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์สาขาคณิตศาสตร์ทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ที่ทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ นางสาวสุวรรณา ชิวพฤกษ์ นางสาวสกุณี บุญญาปัญญา นายปิยสิทธิ์ เมินแก้ว คณะผู้บริหารโรงเรียนรุ่งอรุณ ที่ให้ความเมตตา ช่วยเหลือ และอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ปีการศึกษา 2565 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีเสริฐภาพ ดร.กษิตธร ขวัญละมุล ดร.เขมจิรา เทียงอยู่ นายศุภชัย สิทธิชาติบุรณะ และ Mr. Frederik Jacobus le Roux ที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุทธิพงศ์ และคุณแม่เอิสรีย์ ธนากุลทวีพงศ์ และครอบครัวที่ได้ให้กำลังใจและกำลังใจทรัพย์สนับสนุนการศึกษามาโดยตลอด ขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือจนทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายของปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และขอยกคุณงามความดีนี้ให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องในปริญญาานิพนธ์นี้ทุก ๆ ท่าน

ธีระศักดิ์ ธนากุลทวีพงศ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญรูปภาพ.....	ต
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามการวิจัย.....	7
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	7
สมมติฐานของการวิจัย.....	8
ความสำคัญของการวิจัย.....	8
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
กลุ่มนำร่อง / กลุ่มตัวอย่าง.....	9
ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้าง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิง ออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	9
ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิด เชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียน.....	10
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	11

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	12
ตัวแปรที่ศึกษา.....	12
นิยามศัพท์เฉพาะ	12
กรอบแนวคิดในการวิจัย	15
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ.....	17
1.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	18
1.1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	18
1.1.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	20
1.1.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	22
1.1.4 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา.....	26
1.1.5 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	29
1.1.6 เกณฑ์การวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	33
1.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	39
1.2.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	39
1.2.2 องค์ประกอบและกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	40
1.2.3 แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	49
1.2.4 การวัดประเมินผลความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	53
1.3 การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ.....	61
1.3.1 ความเกี่ยวเนื่องของการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	61
1.3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ	66
1.3.3 กระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ.....	67
1.3.4 การวัดประเมินผลความสามารถการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ	73

ตอนที่ 2 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	83
2.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการคิดเชิงออกแบบ	83
2.2 ความหมายของการคิดเชิงออกแบบ.....	88
2.3 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ	90
2.4 รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ.....	99
2.5 ประโยชน์ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ.....	103
2.6 เกณฑ์การวัดประเมินผลที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	104
ตอนที่ 3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	112
3.1 งานวิจัยภายในประเทศ.....	112
3.2 งานวิจัยต่างประเทศ	118
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	120
ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น.....	125
1.1 การกำหนดกลุ่มนำร่อง.....	125
1.2 การกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ทางเรขาคณิตที่ เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิด เชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	126
1.3 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ	138
1.4 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้าง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิด เชิง ออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	143
ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่าน กระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่ส่งผลต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน	145

2.1 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง	145
2.2 การกำหนดกรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี พิจารณาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของ กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี พิจารณาณของนักเรียน.....	146
2.3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ใน ระยะที่ 1 และการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	147
2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน.....	149
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	152
ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างมีพิจารณาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น.....	152
ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีพิจารณาณของนักเรียนที่เรียนผ่าน กระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่ส่งผลต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีพิจารณาณของนักเรียน	163
ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีพิจารณาณของนักเรียนที่เรียนผ่าน กระบวนการคิดเชิงออกแบบ	164
ตอนที่ 2 บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างมีพิจารณาณของนักเรียน.....	168
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	243
ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีการดำเนินการวิจัยโดยสังเขป.....	243
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	243
สมมติฐานของการวิจัย	243
วิธีการดำเนินการวิจัย	243

ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้าง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิง ออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	243
ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิง ออกแบบ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียน.....	248
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย.....	250
ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถใน การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	250
ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียน ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน.....	253
ข้อเสนอแนะ	262
1. ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนการสอน	262
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	263
บรรณานุกรม.....	264
ภาคผนวก.....	274
ภาคผนวก ก การหาคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องมือ	275
ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย และการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย	293
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	297
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ.....	353
ภาคผนวก จ แบบสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	375

ภาคผนวก จ รายนามผู้เชี่ยวชาญ..... 380

ประวัติผู้เขียน..... 382



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	35
ตาราง 2 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	36
ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของพรทิพา	37
ตาราง 4 ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา.....	38
ตาราง 5 แสดงการสังเคราะห์กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	48
ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ ลดาร์ตัน สววรรณานา	56
ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการระบุปัญหา (ความกระจ่าง ชัดเบื้องต้น)	57
ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการนิยามปัญหา (ความกระจ่าง ในเชิงลึก).....	57
ตาราง 9 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการนิยามปัญหา (ความกระจ่าง ในเชิงลึก).....	58
ตาราง 10 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการสำรวจปัญหา (อุปนัย) ...	58
ตาราง 11 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการสำรวจปัญหา (นิรนัย)....	59
ตาราง 12 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการประเมินผล/ประยุกต์ใช้ ปัญหา (การตัดสินใจ)	59
ตาราง 13 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการบูรณาการปัญหา (การสร้างกลยุทธ์)	59
ตาราง 14 ตัวชี้วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	60
ตาราง 15 การสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ	70

ตาราง 16 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของ จิรันถนิน คงจีน	75
ตาราง 17 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของ อารยา ช่ออึ้งชัย	77
ตาราง 18 เกณฑ์การให้คะแนนระดับทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ของ อารยา ช่ออึ้งชัย	79
ตาราง 19 การสังเคราะห์ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณแต่ละด้าน	80
ตาราง 20 ศาสตร์ 4 ด้าน ตามข้อเสนอของ Buchanan	86
ตาราง 21 ตารางการเปรียบเทียบขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	97
ตาราง 22 มาตรฐานการประเมินภาพรวมในการประเมินโครงการ	105
ตาราง 23 การประเมินโครงการและการประเมินการปฏิบัติการ	106
ตาราง 24 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ด้านทฤษฎี	107
ตาราง 25 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ที่มีผลงานเป็นสิ่งประดิษฐ์	108
ตาราง 26 เกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานของนักเรียน	109
ตาราง 27 เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน	111
ตาราง 28 ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	129
ตาราง 29 เกณฑ์การประเมินด้านพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด	130
ตาราง 30 เกณฑ์การประเมินด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ	131
ตาราง 31 เกณฑ์การประเมินด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก	133
ตาราง 32 เกณฑ์การประเมินด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์	134

ตาราง 33 ลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการ
แก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 136

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพรายบุคคลของกิจกรรมการเรียนการสอน ทาง
เรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิง
ออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 153

ตาราง 35 ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง จากการหาประสิทธิภาพรายบุคคลของกิจกรรม การ
เรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่าน
กระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 154

ตาราง 36 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อยของกิจกรรมการเรียนการสอน ทาง
เรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิง
ออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 157

ตาราง 37 ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง จากการหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อยของกิจกรรม การ
เรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่าน
กระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 158

ตาราง 38 การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพภาคสนามของกิจกรรมการเรียนการสอน ทาง
เรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิง
ออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 160

ตาราง 39 ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง จากการหาประสิทธิภาพภาคสนามของกิจกรรม การ
เรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่าน
กระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 161

ตาราง 40 การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพกลุ่มตัวอย่างของกิจกรรมการเรียนการสอน ทาง
เรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิง
ออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 163

ตาราง 41 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน 164

ตาราง 42 ผลการทดสอบสมมติฐานความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ 166

ตาราง 43 ผลเปรียบเทียบคะแนนรายคู่ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	167
ตาราง 44 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด พร้อมรายละเอียดสำคัญของแต่ละประเด็น	186
ตาราง 45 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ พร้อมรายละเอียดสำคัญของแต่ละประเด็น	211
ตาราง 46 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก พร้อมรายละเอียดในแต่ละประเด็น.....	228
ตาราง 47 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ พร้อมรายละเอียดในแต่ละประเด็น	237
ตาราง 48 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 “หน่วยการเรียนรู้ สถานความตั้งใจสุดท้ายของลุงเพ็ชร”	277
ตาราง 49 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 “หน่วยการเรียนรู้ งาดำชื่อดังย่านบางรัก”	278
ตาราง 50 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 “หน่วยการเรียนรู้ Slip Slide Slider”	279
ตาราง 51 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 “หน่วยการเรียนรู้ น้ำผึ้งมะนาว”	280
ตาราง 52 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 “หน่วยการเรียนรู้ หลังคาบ่อปลาคาร์ป”...	281
ตาราง 53 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 “หน่วยการเรียนรู้ ส่งไม้คิดคว้าแชมป์”	282
ตาราง 54 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 “หน่วยการเรียนรู้ จัดโต๊ะให้ครูดี”	283
ตาราง 55 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 “หน่วยการเรียนรู้ กล้องเล็กในสิ่งใหญ่”	284
ตาราง 56 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณของนักเรียน	286
ตาราง 57 ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิง ออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน	287

ตาราง 58 คะแนนการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้าง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	290
ตาราง 59 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ	292
ตาราง 60 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและ คะแนนรวมจากกิจกรรมรายบุคคลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	294



สารบัญรูปลูกภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	15
ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหาเป็นแนวเส้นตรง	23
ภาพประกอบ 3 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน และคณะ	23
ภาพประกอบ 4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวมของ ปรีชา เนาว์เย็นผล	24
ภาพประกอบ 5 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC	25
ภาพประกอบ 6 โครงสร้างตามทฤษฎีเซาเวร์ปัญญาสามเกลียว	62
ภาพประกอบ 7 องค์ประกอบกระบวนการคิด ของ สุภัทรา ตันติวิทย์มาศ	64
ภาพประกอบ 8 แนวคิดหลักของเนื้อหาและกระบวนการออกแบบ	87
ภาพประกอบ 9 กระบวนการคิดเชิงออกแบบของ The Stanford d.school Bootcamp Bootleg (HPI), 2009	91
ภาพประกอบ 10 กระบวนการคิดเชิงออกแบบของ The Stanford d.school Bootcamp Bootleg (HPI), 2010	93
ภาพประกอบ 11 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน ของ IDEO Toolkit (2012)	94
ภาพประกอบ 12 ระยะและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	124
ภาพประกอบ 13 แนวทางการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	137
ภาพประกอบ 14 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณรายด้าน	165
ภาพประกอบ 15 กระบวนการคิดเชิงออกแบบในแต่ละขั้นที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณในแต่ละด้าน	169

ภาพประกอบ 16 ร้อยรอยการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2 ขั้นที่ 1 ทำ
ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 3 172

ภาพประกอบ 17 ร้อยรอยการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 8 ขั้นที่ 1 ทำ
ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 4 173

ภาพประกอบ 18 ร้อยรอยการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 8 ขั้นที่ 1 ทำ
ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 6 173

ภาพประกอบ 19 ร้อยรอยการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 6 ขั้นที่ 1 ทำ
ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 8 174

ภาพประกอบ 20 ร้อยรอยการระบุข้อมูลลงในใบกิจกรรม Empathy Map “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 3.. 176

ภาพประกอบ 21 ร้อยรอยการระบุข้อมูลลงในใบกิจกรรม Empathy Map “น้ำผึ้งมะนาว” ขั้นที่ 1
ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 4 177

ภาพประกอบ 22 ร้อยรอยการระบุข้อมูลลงในใบกิจกรรม Empathy Map “กล่องเล็กในลังใหญ่”
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 4.. 178

ภาพประกอบ 23 ร้อยรอยการระบุข้อมูลลงในใบกิจกรรม Empathy Map “กล่องเล็กในลังใหญ่”
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 8.. 179

ภาพประกอบ 24 ร้อยรอยการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ในใบ
กิจกรรม Empathy Map “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา (Define) ของนักเรียน
คนที่ 3 182

ภาพประกอบ 25 ร้อยรอยการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ในใบ
กิจกรรม Empathy Map “กล่องเล็กในลังใหญ่” ขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา (Define) ของนักเรียนคนที่
4..... 183

ภาพประกอบ 26 ร้อยรอยการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ในใบ
กิจกรรม Empathy Map “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา (Define) ของนักเรียน
คนที่ 5 184

ภาพประกอบ 27 ร่องรอยการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ในใบกิจกรรม Empathy Map “น้ำผึ้งมะนาว” ขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา (Define) ของนักเรียนคนที่ 10 .	185
ภาพประกอบ 28 ร่องรอยการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และการแสดงวิธีการแก้ปัญหา อย่างมีวิจรรณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรณก่อนเรียน ของนักเรียนคนที่ 4	190
ภาพประกอบ 29 ร่องรอยการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และการแสดงวิธีการแก้ปัญหา อย่างมีวิจรรณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรณระหว่างเรียน ของนักเรียนคนที่ 4	191
ภาพประกอบ 30 ร่องรอยการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และการแสดงวิธีการแก้ปัญหา อย่างมีวิจรรณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรณหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 4	192
ภาพประกอบ 31 ร่องรอยการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution “จัดโต๊ะให้ครูที” ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของกลุ่มนักเรียนคนที่ 1	196
ภาพประกอบ 32 ร่องรอยการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution “สถานการณ์สุดท้ายของลุงเพียร” ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของกลุ่มนักเรียนคนที่ 2....	197
ภาพประกอบ 33 ร่องรอยการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution “หลังคาปอปลาคาร์ป” ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของกลุ่มนักเรียนคนที่ 4	197
ภาพประกอบ 34 ร่องรอยการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution “Slip Slide Slider” ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของกลุ่มนักเรียนคนที่ 8	198
ภาพประกอบ 35 ร่องรอยการค้นหาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution “ส่งไม้ควิว้าแชมป์” ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 1.....	200
ภาพประกอบ 36 ร่องรอยการค้นหาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution “น้ำผึ้งมะนาว” ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 2.....	201
ภาพประกอบ 37 ร่องรอยการค้นหาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 3	202

ภาพประกอบ 38 ร่องรอยการค้นหาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution “กล่องเล็กในลังใหญ่” ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 4..... 203

ภาพประกอบ 39 ร่องรอยการระบุและพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About My Solution “น้ำผึ้งมะนาว” ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 2 207

ภาพประกอบ 40 ร่องรอยการระบุและพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 3..... 208

ภาพประกอบ 41 ร่องรอยการระบุและพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About My Solution “กล่องเล็กในลังใหญ่” ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 4 209

ภาพประกอบ 42 ร่องรอยการระบุและพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About My Solution “ส่งไม่คิดว่าแฮมป์” ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 8 210

ภาพประกอบ 43 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ ในแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหการแก้ปัญหาอย่างมีวิจาร์ณก่อนเรียน ของนักเรียนคนที่ 4..... 215

ภาพประกอบ 44 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ ในแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหการแก้ปัญหาอย่างมีวิจาร์ณระหว่างเรียน ของนักเรียนคนที่ 4 216

ภาพประกอบ 45 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ ในแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหการแก้ปัญหาอย่างมีวิจาร์ณหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 4 217

ภาพประกอบ 46 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม About Prototype “น้ำผึ้งมะนาว” ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 2 222

ภาพประกอบ 47 ชิ้นงานต้นแบบ “น้ำผึ้งมะนาว” ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 2 223

ภาพประกอบ 48 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม About Prototype “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 3 224

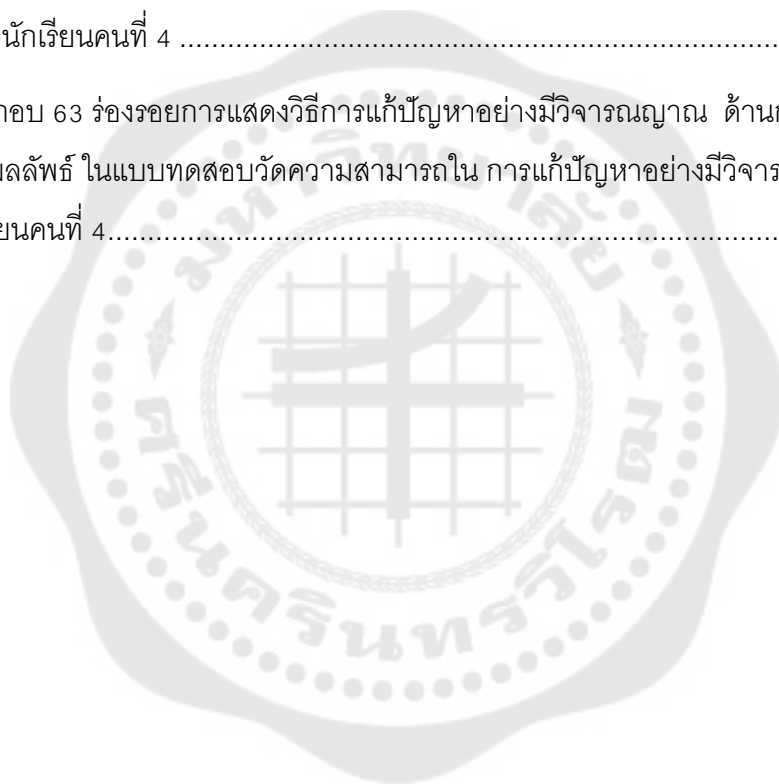
ภาพประกอบ 49 ชิ้นงานต้นแบบ “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 3	224
ภาพประกอบ 50 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม About Prototype “กล่องเล็กในลังใหญ่” ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 4	225
ภาพประกอบ 51 ชิ้นงานต้นแบบ “กล่องเล็กในลังใหญ่” ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 4	226
ภาพประกอบ 52 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม About Prototype “ส่งไม่คิดว่าแชมป์” ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 8	227
ภาพประกอบ 53 ชิ้นงานต้นแบบ “ส่งไม่คิดว่าแชมป์” ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 8	227
ภาพประกอบ 54 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก ในแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ของนักเรียนคนที่ 4	230
ภาพประกอบ 55 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก ในแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน ของนักเรียนคนที่ 4	231
ภาพประกอบ 56 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก ในแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 4	232
ภาพประกอบ 57 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม Recheck “น้ำผึ้งมะนาว” ชั้นที่ 5 ทดสอบ (Recheck) ของนักเรียนคนที่ 2	235
ภาพประกอบ 58 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม Recheck “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ชั้นที่ 5 ทดสอบ (Recheck) ของนักเรียนคนที่ 3	236
ภาพประกอบ 59 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม Recheck “กล่องเล็กในลังใหญ่” ชั้นที่ 5 ทดสอบ (Recheck) ของนักเรียนคนที่ 4	236

ภาพประกอบ 60 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม Recheck “ส่งไม้คิดว่าแชมป์” ชั้นที่ 5
ทดสอบ (Recheck) ของนักเรียนคนที่ 8 237

ภาพประกอบ 61 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและ
ปรับปรุงผลลัพธ์ ในแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน
ของนักเรียนคนที่ 4..... 239

ภาพประกอบ 62 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและ
ปรับปรุงผลลัพธ์ ในแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณระหว่าง
เรียน ของนักเรียนคนที่ 4 240

ภาพประกอบ 63 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและ
ปรับปรุงผลลัพธ์ ในแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน
ของนักเรียนคนที่ 4..... 241



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ทักษะแห่งอนาคตใหม่ในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) เป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของคนไทยในฐานะการเป็นพลเมืองของโลก ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทั้งด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม การศึกษา รวมถึงการดำรงชีวิตท่ามกลางโลกแห่งเทคโนโลยี ทำให้ต้องมีการศึกษารูปแบบการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะ/กระบวนการเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทักษะเพื่อดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะชีวิตและอาชีพ และทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี โดยสำนักบริหารงานมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2559, น. 12-13) อธิบายถึงทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังนี้ (1) การสื่อสารและการร่วมมือ (Communication and Collaboration) เป็นทักษะในการสื่อสารอย่างชัดเจนและทักษะความร่วมมือผู้อื่น รวมถึงเห็นคุณค่าของการทำงานเป็นทีมอย่างลึกซึ้ง (2) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) เป็นการสร้างขั้นตอนกระบวนการโดยอิงความรู้เพื่อนำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ผ่านการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยใช้การคิดสร้างสรรค์ เพื่อการประยุกต์สู่นวัตกรรม ที่มีการลงมือปฏิบัติตามความคิดสร้างสรรค์ให้ได้ผลสำเร็จที่เป็นรูปธรรมที่ใช้ตอบสนองความต้องการในการดำรงชีวิตที่ลงตัว และ (3) การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) เป็นการสร้างทักษะการคิดแบบต่าง ๆ เช่น การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล การคิดกระบวนการ การคิดแบบใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจที่สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ เปรียบเทียบ และประเมินข้อมูลหลักฐานและความน่าเชื่อถือ รวมถึงการคิดแบบแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย หลากหลาย จะเห็นว่าทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีม โดยประยุกต์ใช้ความรู้ ทฤษฎี ทักษะกระบวนการ หรือประสบการณ์ที่ผ่านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อนำไปสู่การค้นพบใหม่หรือนวัตกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการในชีวิตที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องมีพื้นฐานการเรียนรู้สาระวิชาหลัก ได้แก่ การอ่าน (Reading) การเขียน (Writing) และการคำนวณ (Arithmetic) ซึ่งถือเป็นทักษะพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้และความเข้าใจในสาระเนื้อหาทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ ภาษาแม่และภาษาโลก ศิลปะ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และรัฐความเป็นพลเมืองดี

คณิตศาสตร์นับเป็นหนึ่งในสาระวิชาหลักของทักษะเพื่อดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล คิดเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างรอบคอบ ถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ, 2561, น. 2-3) โดยการแก้ปัญหานั้นเป็นกิจกรรมที่พบเจอและกระทำอยู่เสมอ อาจเป็นการแก้ปัญหาย่างง่ายโดยใช้เพียงความรู้หรือประสบการณ์เดิม หรืออาจเป็นปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ในทันที จึงจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ทักษะและกระบวนการ ร่วมกับเทคนิคที่หลากหลาย ตลอดจนประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อขจัดปัญหาหรือบรรลุมิติวัตถุประสงค์นั้นได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555c, น. 1,6-10) จากการศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวว่า “การแก้ปัญหเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์” โดยหลักสูตรมุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหา ประยุกต์หรือปรับใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหารวมถึงการไตร่ตรองกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหานี้จะสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและในการทำงานได้ สอดคล้องกับสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กล่าวไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ. 1980 : Problem Solving in School Mathematics ว่า “การแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์” ที่มุ่งพัฒนาทักษะด้านการทำความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ความคิดคล่อง การให้เหตุผล และทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถเหล่านี้ จะช่วยให้นักเรียนตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหา โดยเลือกใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมและแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้พัฒนาการตีความสถานการณ์ปัญหา กำหนดหรือออกแบบแนวทางในการแก้ปัญหา เลือกวิธีการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ และตรวจสอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล ในด้านทักษะการให้เหตุผล นักเรียนจะได้พัฒนาความสามารถสำหรับความคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การประเมิน การอธิบาย การเปรียบเทียบแนวคิด และการอธิบายทางเลือก สำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ประเทศสิงคโปร์ เสนอกรอบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดทิศทางการเรียนการสอน และการประเมินทางคณิตศาสตร์ โดยจุดศูนย์กลางของกรอบแนวคิด คือ การแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน 5 ประการ ได้แก่ แนวคิด (Concept) ทักษะ (Skills) กระบวนการ (Processes) ทศนคติ (Attitudes) และอภิปัญญา (Metacognition) โดยด้านแนวคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งของนักเรียนในด้านจำนวน พีชคณิต

เรขาคณิต ความน่าจะเป็นและสถิติ ด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนในการคำนวณเชิงตัวเลข พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูล การวัด การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ และการประมาณค่า ที่นำมาใช้ในการสำรวจและแก้ปัญหา รวมถึงการใช้ทักษะการคิดในการพัฒนาความสามารถอีกด้วย ทางด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง การวิเคราะห์ การสร้างแบบจำลอง และทักษะการคิด ซึ่งทักษะการคิด ประกอบด้วย การจำแนก การเปรียบเทียบ และการวิเคราะห์ ส่วนต่าง ๆ ของปัญหา ทางด้านอภิปัญญา หมายถึง การควบคุมกระบวนการคิดโดยเฉพาะการเลือกและการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ส่วนด้านทัศนคติ หมายถึง แง่มุมทางอารมณ์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในประเทศไทย หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีเป้าหมายให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง ให้เหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์ โดยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง (Australian Curriculum, 2010, pp.4-5; Singapore Curriculum, 2007, pp.2-4; 2013, pp.16-19; 2020, pp.5-11; The National Council of Teachers of Mathematics, 2000, p.402; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 7,14) นอกจากนี้ อัมพร ไม้คนอง (2559, น. 39) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่มีความสำคัญยิ่งและเป็นทักษะที่สามารถรวมทักษะอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง การนำเสนอ การคิดสร้างสรรค์ เข้าไว้ด้วย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนมาไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ จากข้อความข้างต้น นักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ ล้วนเห็นว่าการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญของการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยทักษะการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยทักษะทางด้านความคิดเข้ามามีส่วนร่วม เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลหรือสถานการณ์ปัญหา การเปรียบเทียบ การอธิบายทางเลือกในการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง และการไตร่ตรองกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการคิดลักษณะดังกล่าวเรียกว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Paul (1992) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณถือเป็นการคิดขั้นสูง โดยการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์และเป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ต้องใช้ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สอดคล้องกับ Matthee & Turpin (2019, p.244) อธิบายหลักสูตร IS ในส่วนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาว่าเป็นหลักสูตรที่มุ่งส่งเสริมความรู้และทักษะพื้นฐาน ประกอบด้วย การวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา รวมถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหา เพราะการแก้ปัญหาต้องการความสามารถในการเข้าใจปัญหาและการใช้เหตุผลในการเลือกกลยุทธ์ ซึ่งการเข้าใจปัญหาและการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นั้นหมายถึง การแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กันและสามารถนำมาผสมผสานกันได้ โดย สุภัทรา ตันติวิทย์มาศ (2554, น. 46-47) และ จิรัญธินิ คงจัน (2560, น. 84) กล่าวถึงความเกี่ยวเนื่องในทำนองเดียวกันว่า การแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กันอย่างมากและเป็นไปในเชิงบวกสำหรับการพัฒนาการแก้ปัญหา โดยกระบวนการคิด จะประกอบด้วย กระบวนการสั่งงานและกระบวนการทำงาน ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสั่งงาน ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการคิดต่าง ๆ มุ่งเน้นการคิดที่ผ่านการไตร่ตรอง รอบคอบ และลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ในส่วนการแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทำงาน ซึ่งเน้นการปฏิบัติงานเพื่อขจัดปัญหาและบรรลุลวัตถุประสงค์ ดังนั้น การบูรณาการการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา หรือที่เรียกว่า “การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ” จึงเป็นกิจกรรมทางความคิดที่มีจุดมุ่งหมายให้บรรลุผลในการแก้ปัญหาที่ผ่านการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างละเอียดรอบคอบ มีระบบและถูกต้อง ซึ่งถือว่าการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณนับเป็นการส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การแก้ปัญหายังมีวิจารณญาณเป็นทักษะที่มีความจำเป็นที่นักเรียนควรได้เรียนรู้และฝึกฝน เนื่องจากปัญหาในปัจจุบันสิ่งที่สำคัญในการแก้ปัญหา ไม่เพียงแต่การมีทักษะการแก้ปัญหาแต่จำเป็นต้องมีกิจกรรมทางความคิดที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ นั่นคือการคิดที่มีความละเอียดลึกซึ้ง การพิจารณาตัดสินใจข้อมูลจากความน่าเชื่อถือ การสรุปอ้างอิง การวางแผน หรือการคาดคะเนสิ่งที้อาจเกิดขึ้นตามมาจากการกระทำ ซึ่งนั่นคือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาทักษะการคิดให้วัยรุ่นไทยได้นำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม รู้จักการคลี่คลายปัญหาด้วยกระบวนการที่ลึกซึ้ง มีความเข้าใจเหตุและผลของการกระทำ ช่วยลดปัญหาที่จากผลของวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งนับเป็นการเพิ่มคุณภาพวัยรุ่นไทยและสังคมไทยให้เจริญต่อไป (สุภัทรา ตันติวิทย์มาศ, 2554, น. 3)

การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นกระบวนการในการสร้างสรรค์งานโดยการประยุกต์ใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวิเคราะห์ โดยให้บุคคลได้ศึกษา ค้นคว้า ออกแบบ และสร้างแบบจำลอง เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคมหรือบุคคล แก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือปัญหาในชีวิตจริง และธรรมชาติของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นการเปลี่ยนจากความรู้เป็นการกระทำ หรือการเปลี่ยนจากนามธรรมให้เห็นเป็นรูปธรรมโดยการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดย มานิตย์ อาษานอก (2561, น. 1) กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นกระบวนการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างเป็นระบบ โดยยึด “คน” เป็นศูนย์กลางในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่เป็นที่นิยมมาจาก The Sandford d.school Bootcamp Bootleg (HP1) (2010) ที่เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) เป็นการทำความเข้าใจกลุ่มผู้ใช้งาน ผ่านการนำปัญหาของผู้ใช้งานมาเป็นจุดเริ่มต้น ขั้นที่ 2 การตั้งกรอบปัญหา (Define) เป็นการสังเคราะห์สิ่งที่ค้นพบจากขั้นตอนการเข้าใจกลุ่มเป้าหมายไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและความต้องการที่แท้จริงของกลุ่มเป้าหมาย ขั้นที่ 3 การระดมความคิด (Ideate) เป็นขั้นตอนในกระบวนการออกแบบซึ่งเน้นไปที่การสร้างสรรค์ไอเดียที่ตอบโจทย์ปัญหาที่แตกต่างหลากหลายรวมไปถึงความคิดแปลกใหม่จากไอเดียเดิม ๆ ขั้นที่ 4 การสร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นการแปลงความคิดออกมาแสดงเป็นรูปธรรม ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบทางกายภาพใดก็ได้ที่สามารถเห็นและสัมผัสได้ และขั้นที่ 5 การทดสอบ (Test) เป็นการตรวจสอบเพื่อปรับปรุงและพัฒนาแนวคิดให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้ง พันธุ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560, น. 7) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบจะช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นหลายประการ เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญหา และการร่วมมือกันทำงาน เป็นต้น รวมถึงได้ทำการศึกษา การวิจัยปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า รายการประเมินชิ้นงานมีพัฒนาการดีขึ้นตามลำดับและส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมีแนวโน้มที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ Matthee & Turpin (2019, pp. 242-252) ทำการศึกษาทักษะคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญหา ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลักสูตร IS สำหรับนักเรียนในอนาคต หนึ่งในคำสะท้อนของนักเรียนต่อหลักสูตร คือ “กระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้ฉันเป็นนักแก้ปัญหาหรือนักนวัตกรรม มันช่วยให้ฉันคิดหาวิธีแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์” โดยหลักสูตรจะเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหาและกำหนดกรอบเป้าหมาย ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนร่วมมือกับการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และสามารถใช้กระบวนการคิด

เชิงออกแบบกับสถานการณ์ปัญหาจริงได้อีกด้วย นอกจากนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูล โดยสอบถามครูและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนรุ่งอรุณ ที่เรียนใน Digital Technology Studio และ Creative Media Studio ซึ่งผ่านการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ พบว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ คิดเป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างรอบคอบ เข้าใจปัญหาได้ลึกและตรงประเด็น มองเห็นวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ แต่กระบวนการนี้อาจใช้เวลาค่อนข้างมาก และจำเป็นต้องจัดหาเครื่องมือ วัสดุ หรืออุปกรณ์ ให้แก่นักเรียนในการออกแบบ

เรขาคณิตเป็นสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หนึ่งที่สำคัญ เพราะสิ่งที่พบเห็นไม่ว่าจะเกิดจากธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ล้วนเป็นรูปแบบทางเรขาคณิตพื้นฐานในลักษณะสองมิติ สามมิติ หรือเป็นสิ่งที่อาศัยหลักทางเรขาคณิตในการสร้างสรรค์งานทั้งสิ้น ซึ่งพบเห็นโดยมากในสายงานด้านวิศวกรรม สถาปนิก จิตรกร รวมถึงสายงานที่ใช้ความปราณีต หลักการเฉพาะทาง หรืองานที่ใช้ในการออกแบบ เช่น ช่างไม้ ช่างกล ช่างก่อสร้าง ช่างประปา การสำรวจพื้นที่ สร้างผังเมือง สร้างถนน การสำรวจโลกและอวกาศ เป็นต้น เรขาคณิตยังเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญในการพัฒนาคนให้มีความคิด การคิดวิเคราะห์ การวางแผน การตัดสินใจ การให้เหตุผล การคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา เป็นต้น (กมล นาคสุทธิ, 2559, น. 2; ชานันท์ ขำขันมะลี, 2559, น. 1; นันทชัย นवलสอาด, 2562, น. 18-19; สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2558, น. 9) นอกจากนี้ นันทชัย นवलสอาด (2562, น. 56-58) ทำการศึกษาสภาพจริงในการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิตในปัจจุบัน จากผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนทางเรขาคณิต พบว่า เรขาคณิตเป็นวิชาที่มีความจำเป็นในการเรียนการสอน เนื่องจากเรขาคณิตมีประโยชน์ในเรื่องการคิด การแสดงเหตุผล การเรียบเรียงอย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ภาคปกติที่เป็นรูปธรรม และเป็นเนื้อหาสำหรับใช้ในการค้นหาความรู้ในระดับที่สูงขึ้น นอกจากนี้ อารยา ช่ออั้งชัย (2553, น. 202) ทำการศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยกล่าวในข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปว่าควรพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นของวิชานั้น ๆ เพื่อให้ผลการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุด จะเห็นว่าเรขาคณิตเป็นสาระหนึ่งที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่สามารถแปลงให้อยู่ในรูปธรรมได้ อีกทั้งเรขาคณิตยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบ เป็นสื่อกลางในการคิดและแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณอีกด้วย

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน และเพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน อีกทั้งยังเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนของครู เพื่อช่วยเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ หรือทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ ต่อไป

คำถามการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นอย่างไร
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นอย่างไร
3. กระบวนการคิดเชิงออกแบบมีบทบาทอย่างไรในการส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
3. เพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นตามเกณฑ์ 70/70
2. นักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระยะก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับครูในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับครูในการศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
4. เป็นแนวทางสำหรับครูหรือผู้ที่สนใจในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนในสาระอื่นที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มนำร่อง / กลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กลุ่มนำร่อง

กลุ่มนำร่อง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 27 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้วิจัยทำการพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มละ 9 คน แล้วทำการทดลอง เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพเครื่องมือ 3 ครั้ง ดังนี้

1. **การหาประสิทธิภาพรายบุคคล** เป็นนักเรียนจำนวน 3 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 1 คน กลุ่มปานกลาง 1 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. **การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย** เป็นนักเรียนจำนวน 6 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 2 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน กลุ่มต่ำ 2 คน และไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3. **การหาประสิทธิภาพภาคสนาม** เป็นนักเรียนจำนวน 18 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 6 คน กลุ่มปานกลาง 6 คน กลุ่มต่ำ 6 คน และไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคลและกลุ่มย่อยเพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

**ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิด
เชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน**

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 4 ห้องเรียน ทั้งหมด 80 คน ซึ่งจะต้องเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ทั้งนี้โรงเรียนรุ่งอรุณเป็นโรงเรียนทางเลือกที่มีการจัดการเรียนการสอน 3 ภาคเรียนใน 1 ปีการศึกษา)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ ทั้งหมด 24 คน โดยการสุ่มแบบชั้นภูมิ ซึ่งผู้วิจัยทำการพิจารณาคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ จากนั้นจับกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3-4 คน แบบละความสามารถในแต่ละกลุ่ม ซึ่งจะทำให้แต่ละกลุ่มมีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แล้วทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง จากทั้ง 4 ห้อง ห้องละ 2 กลุ่ม

นอกจากนี้ผู้วิจัยเลือกนักเรียนเป้าหมาย (Target Students) จำนวน 10 คน เพื่อทำการสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ประกอบกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ งานเขียนในใบกิจกรรมการเรียนการสอน และชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนเป้าหมาย โดยมีหลักการเลือกนักเรียนเป้าหมายดังนี้

นักเรียนที่มีผลต่างมากที่สุดของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับก่อนเรียน จำนวน 2 คน

นักเรียนที่มีผลต่างสูงสุดของ ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนกับก่อนเรียน “มากกว่า” ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับระหว่างเรียน จำนวน 2 คน

นักเรียนที่มีผลต่างสูงสุดของ ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนกับก่อนเรียน “น้อยกว่า” ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับระหว่างเรียน จำนวน 2 คน

นักเรียนที่มีผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนกับก่อนเรียน “เท่ากับ” ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับระหว่างเรียน จำนวน 2 คน

นักเรียนที่มีผลต่างน้อยสุดของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนกับหลังเรียน จำนวน 2 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เวลาที่ใช้ศึกษาการวิจัย ระยะเวลาที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 11 คาบเรียน แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่ม 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 150 นาที กิจกรรมรายบุคคล 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน แบบทดสอบละ 2 ข้อ รวม 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที โดยใช้ช่วงนอกเวลาเรียน

เวลาที่ใช้ศึกษาการวิจัย ระยะเวลาที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 11 คาบเรียน แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่ม 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 150 นาที กิจกรรมรายบุคคล 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน แบบทดสอบละ 1 ข้อ รวม 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยใช้ช่วงในเวลาเรียน จากนั้นทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายถึงบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โดยใช้ช่วงนอกเวลาเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาเรขาคณิต ที่ไม่เกินระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การดำเนินการในการค้นหาผลเฉลย และตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา โดยใช้ความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ตามขั้นตอนดังนี้ (1) การพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด (2) การวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ (3) การดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก และ (4) การตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ โดยพิจารณา 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด โดยวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา พร้อมระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ทั้งนี้

ความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา หมายถึง สิ่งสถานการณ์นั้นต้องการให้เกิดขึ้น

ปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ หมายถึง ข้อคำถามที่นักเรียนใช้ความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในหาผลลัพธ์หรือคำตอบ

2. ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ โดยการระบุแผนการดำเนินการ ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูล พร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา ในกรณีที่นักเรียนระบุมากกว่า 1 แผนการดำเนินการ นักเรียนจะทำการเลือกพร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกแผนการนั้น

3. ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก โดยการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ใน การแสดงคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องในการแก้ปัญหายู่เสมอ

4. ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ โดยการพิจารณาตรวจทานผลลัพธ์และคำตอบกับเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา พร้อมปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์และคำตอบให้ถูกต้อง

โดยพิจารณาจากคะแนนการแสดงผลทั้ง 4 ด้าน ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามีวิจรรย์ญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน

3. กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหามีวิจรรย์ญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หมายถึง วิธีการในการจัดการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหามีวิจรรย์ญาณ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ สังเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ศึกษา ค้นคว้า และใช้ความรู้ทางเรขาคณิตในการออกแบบหรือสร้างชิ้นงานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหานั้น โดยดำเนินการ 5 ขั้นตอน ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) เป็นขั้นเริ่มต้นที่ให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจ และพิจารณาสถานการณ์ปัญหา พร้อมระบุข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา โดยใช้วิธีต่าง ๆ ในการระบุข้อมูล เช่น การวาดรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง เป็นต้น ลงในใบกิจกรรม Empathy Map

ขั้นที่ 2 ติกรอบปัญหา (Define) เป็นการสังเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา ในขั้นที่ 1 โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยน แสดงความคิดเห็น พร้อมระบุประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) เป็นการระดมความคิดในการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่าง หลากหลาย แปลกใหม่ โดยไม่จำกัดความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา พิจารณาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหได้อย่างสมเหตุสมผล ลงในใบกิจกรรม My Solution รวบรวม แสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม และพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางใน

การแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรม About My Solution พร้อมจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานต้นแบบต่อไป

ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นการแสดงคำตอบของปัญหาลงในใบกิจกรรม About Prototype และแปลงความคิดจากการตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาให้ออกมาเป็นรูปธรรม พร้อมลงมือสร้างชิ้นงานต้นแบบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบทางกายภาพใดก็ได้ที่สามารถเห็นและสัมผัสได้ เช่น การสื่อสารผ่านกระดาษโน้ต การแสดงละคร การสร้างแบบจำลองวัตถุสิ่งของ อินเทอร์เน็ต ภาพ 2 มิติ 3 มิติ หรือการเขียนสตอรี่บอร์ด เป็นต้น โดยอาศัยความรู้ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และประสบการณ์เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test) เป็นการพิจารณาผลลัพธ์ โดยการตรวจสอบคำตอบในใบกิจกรรม Recheck พร้อมตรวจสอบชิ้นงานต้นแบบกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ หรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา รวมทั้งแก้ไขคำตอบในใบกิจกรรมและปรับปรุงชิ้นงานต้นแบบให้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้น

4. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอน หมายถึง คุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เมื่อนำกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตไปใช้แล้วทำให้นักเรียนสามารถบรรลุจุดมุ่งหมายของกิจกรรมที่วางไว้ โดยมีเกณฑ์การตัดสิน สำหรับการพิจารณาตรวจสอบ E1/E2 คือ 70/70 โดยที่

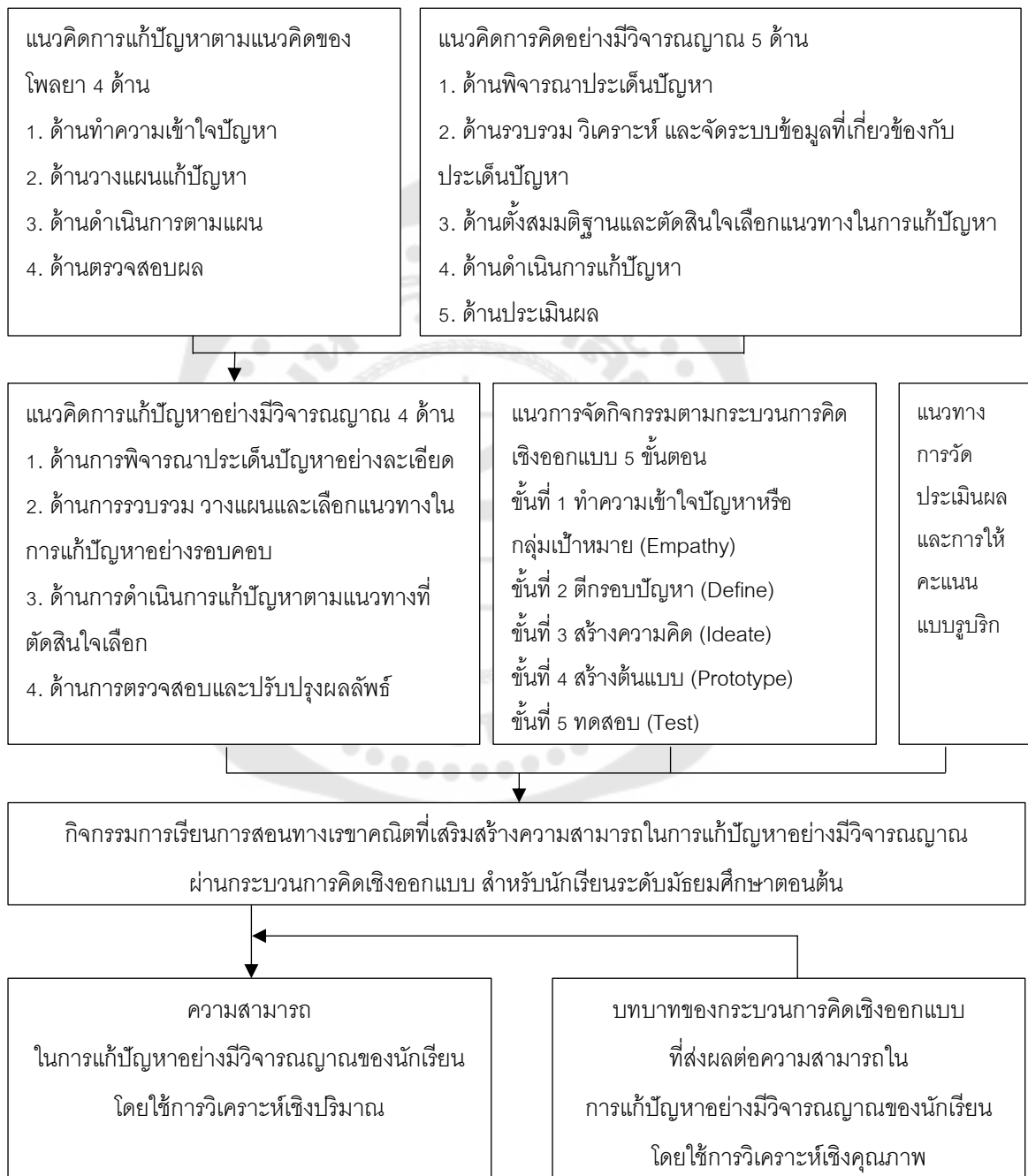
E1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการจากร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้จากกิจกรรมรายบุคคลระหว่างเรียน จำนวน 4 กิจกรรม

E2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน

5. บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำอย่างหนึ่งของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิต ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิด ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งประเด็นในการศึกษาเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

1.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 1.1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.1.2 ประเภทของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.1.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.1.4 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
- 1.1.5 แนวทางและองค์ประกอบในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 1.1.6 เกณฑ์การวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

- 1.2.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 1.2.2 องค์ประกอบและกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 1.2.3 แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 1.2.4 การวัดประเมินผลความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.3 การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

- 1.3.1 ความเกี่ยวเนื่องของการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 1.3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
- 1.3.3 กระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
- 1.3.4 การวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

ตอนที่ 2 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

- 2.1 ความเป็นมาของการคิดเชิงออกแบบ
- 2.2 ความหมายของการคิดเชิงออกแบบ
- 2.3 ขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
- 2.4 รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
- 2.5 ประโยชน์ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
- 2.6 เกณฑ์การวัดประเมินผลที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ตอนที่ 3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 3.1 งานวิจัยภายในประเทศ
- 3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

พจนานุกรม ฉบับบัณฑิตยสถาน (2554) ให้ความหมายของคำว่า “ปัญหา” หมายถึง ข้อสงสัย ข้อขัดแย้ง ด้าน Lester (1977, p. 54) ได้ให้คำจำกัดความของปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มคนที่กระทำต่องานนั้น เพื่อให้ได้คำตอบ ซึ่ง อรรถน์ บัณฑิตย (2550, น. 92) และ สุภัทรา ตันติวิทยมาศ (2554, น. 15) ได้ให้ความหมายของปัญหาลักษณะว่า ปัญหา หมายถึง สภาพการณ์ที่ยุ่งยาก ไม่พึงประสงค์ ที่บุคคลต้องเผชิญและหาคำตอบไม่ได้ ทั้งนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 7) ให้ความหมายปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่เผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ถ้าสถานการณ์นั้นง่ายเกินไปจนรู้วิธีการคำตอบหรือรู้คำตอบทันที แล้วสถานการณ์นั้นไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไป

นอกจากความหมายของปัญหาแล้ว นักการศึกษาหลายท่านได้ให้คำจำกัดความของ “การแก้ปัญหา” ดังนี้ Polya (1981, p. 4) ให้คำจำกัดความการแก้ปัญหา หมายถึง การค้นหาแนวทางการหลบหลีกความยากลำบากและอุปสรรค เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ไม่สามารถทำสำเร็จได้ในทันที มีความสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 9,39) และ สุภัทรา ตันติวิทยมาศ (2554, น. 15) ที่ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างคล้ายคลึงกัน สามารถสรุปได้ว่าการแก้ปัญหา หมายถึง กิจกรรมทางความคิดที่ใช้ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ในการทำให้สภาพที่เป็นอุปสรรคต่อการดำรงชีวิตหรือการทำงานของมนุษย์หมดไป โดยมีเป้าหมายชัดเจนและ กิจกรรมทั้งหมดจะยุติลงเมื่อบรรลุเป้าหมายนั้น การแก้ปัญหายังเป็นการทำงานโดยใช้

กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาจึงเป็นทั้งทักษะ ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และเป็นกระบวนการ ซึ่งเป็นการแสดงวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผน โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ

1.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สมาคมนักคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ. 1980 : Problem Solving in School Mathematics โดย Krulik & Reys (1980) กล่าวว่า “การแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์” ทำให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการแก้ปัญหาในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ นักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับความหมายของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สำหรับประเทศไทย สมเดช บุญประจักษ์ (2550, น. 71) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาอาจอยู่ในรูปตัวเลข สัญลักษณ์ รูปภาพ ข้อความ หรือเป็นโจทย์ปัญหา สำหรับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 7) ให้ความหมายของ “ปัญหาทางคณิตศาสตร์” หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที นอกจากนี้ เรียมพร แสนสูง (2558, น. 8) และ พรทิพา เมืองโครต (2559, น. 7) ให้ความหมายคล้ายคลึงกันสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่และต้องการผลเฉลย โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้ผลเฉลยของสถานการณ์นั้นในทันที แต่ต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ และทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดแนวทาง วิธีการ หรือยุทธวิธีในการหาคำตอบนั้น

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, น. 62) ให้ความหมายของ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาคือต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหา นอกจากนี้ Rungfa Janjaruporn (2005, p. 5) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 7) ให้ความหมายในทำนองเดียวกันว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง

กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธี
แก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ในลักษณะทั่วไปสามารถสรุปได้ว่า

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียน
เผชิญอยู่และต้องการค้นหาผลเฉลย โดยที่ยังไม่รู้วิธีการ แนวทาง หรือขั้นตอนที่จะได้ผลเฉลย
ของสถานการณ์นั้นในทันที

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การดำเนินการแก้ปัญหาโดย
ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ วิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหา
ตามกระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา เพื่อใช้ในการค้นหาผลเฉลยของปัญหา
ทางคณิตศาสตร์

สำหรับงานวิจัยนี้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิต หมายถึง
สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเรขาคณิต ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่ใน
กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิต โดยนักเรียนต้องการหาผลเฉลยและผลที่ตอบสนองความ
ต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่ใน
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และ
หลังเรียน โดยนักเรียนต้องการหาผลเฉลยและผลที่ตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของ
สถานการณ์ปัญหา เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

ทั้งนี้ สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้จะมีลักษณะที่แตกต่าง
จากสถานการณ์ปัญหาทั่วไป โดยมีการเพิ่มข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา
ปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้
นักเรียนพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องมีแนวทาง
ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้วางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางใน
การแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ รวมทั้งดำเนินการแก้ปัญหามาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบ
และปรับปรุงผลลัพธ์ให้ตรงตามเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา

1.1.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหลากหลายของปัญหาที่ขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์ในการพิจารณาแบ่งออกได้หลายรูปแบบ เช่น รูปแบบที่ 1 ปัญหามนุษย์ และปัญหาอื่นทั้งหลายที่ไม่เกี่ยวกับมนุษย์ รูปแบบที่ 2 ปัญหาเบี่ยงเบนจากเป้าหมายที่กำหนดไว้ และปัญหาปรับปรุงเชิงพัฒนา รูปแบบที่ 3 ปัญหาเฉพาะหน้าเร่งด่วน และปัญหาสำคัญ ถ้าไม่เร่งแก้ไขจะส่งผลกระทบต่อระบบรุนแรง รูปแบบที่ 4 ปัญหาต่อเนื่อง และปัญหาไม่ต่อเนื่อง เป็นต้น (ดุชฎี นรศาสตร์, 2562, น. 5)

Polya (1981, pp. 118-121) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาตามจุดประสงค์ของปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาให้ค้นคว้า (Problem to Find) เป็นปัญหาที่อยู่ในรูปปริมาณจำนวน โดยให้นักเรียนหาวิธีการหรือเหตุผลในการค้นหาคำตอบ ทั้งนี้ลักษณะของปัญหาที่สำคัญแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ สิ่งที่ต้องการหา สิ่งที่กำหนดให้ และเงื่อนไขระหว่างสิ่งที่ต้องการหา กับสิ่งที่กำหนดให้ หากบางปัญหาอาจไม่ได้มีการระบุเงื่อนไขระหว่างสิ่งที่ต้องการหา กับสิ่งที่กำหนดให้ อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้ความรู้ การเชื่อมโยง และประสบการณ์ของตนมา กำหนดเงื่อนไขจากลักษณะที่สำคัญทั้ง 3 ส่วน เพื่อจะช่วยให้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจในปัญหา ได้ดีขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาก็ได้

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to Prove) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงเหตุผลว่า “ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ” ส่วนสำคัญของปัญหาให้พิสูจน์ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ สิ่งที่เป็นปัญหาคำหนดหรือสมมติฐาน และสิ่งที่ต้องการพิสูจน์หรือผลสรุป

KEOVONGSA (2559, น. 72) กล่าวว่า ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัญหาที่นำมาพิจารณา เช่น

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัญหาให้ค้นหาและปัญหาให้พิสูจน์

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหและโครงสร้างของปัญหา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัญหาธรรมดาและปัญหาแปลกใหม่

3. พิจารณาตามลักษณะของปัญหา แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ปัญหาปลายเปิด ปัญหาให้ค้นพบ และปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ

4. พิจารณาตามเป้าหมายของการฝึก แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ปัญหาที่ใช้ฝึก ปัญหาข้อความอย่างง่าย ปัญหาที่ข้อความซับซ้อน ปัญหาที่เป็นกระบวนการ ปัญหาการประยุกต์ และปัญหาปริศนา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555b, น. 163-172) จำแนกประเภทของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากลักษณะของโจทย์ปัญหามีรายละเอียด ดังนี้

1. โจทย์ปัญหาอย่างง่ายหรือโจทย์ปัญหาที่เป็นพื้นฐาน เป็นโจทย์ปัญหาที่ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์พื้นฐานอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเน้นการใช้ความรู้ ความจำ ความเข้าใจมาแก้ปัญหา เป็นโจทย์ปัญหาที่ถามตรงไปตรงมา ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย อาจหมายถึงโจทย์ปัญหาระคนที่เป็นโจทย์เลียนแบบตัวอย่างที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โจทย์ที่นักเรียนเคยรู้หรือเคยแก้ปัญหามาแล้ว เมื่อพบใหม่ก็ถือว่าเป็นโจทย์อย่างง่ายเช่นกัน

2. โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือโจทย์ปัญหาหลายชั้น เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนนำความรู้ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ และการสังเคราะห์มาช่วยแก้ปัญหา เป็นปัญหาที่จะต้องประยุกต์เชื่อมโยงเนื้อหาหรือใช้การดำเนินการตั้งแต่สองการดำเนินการขึ้นไป โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนบางปัญหาอาจเป็นโจทย์ปัญหาอย่างง่ายของผู้ที่มีทักษะ หรือมีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาข้อนั้นมาก่อน หากนำโจทย์นั้นมาปรับเปลี่ยนเงื่อนไขบ้าง หรือใช้คำตอบของคำถามในโจทย์เดิมมาเป็นข้อมูลในโจทย์ใหม่ ปรับสถานการณ์โจทย์ให้ต้องคิดพิจารณามากขึ้น โจทย์ปัญหานั้นก็อาจถือว่ามีค่าซับซ้อนได้

3. โจทย์ปัญหาเชิงบูรณาการ เป็นโจทย์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ในการแก้โจทย์ปัญหา อาจเน้นการนำไปใช้ในชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์ และคุณค่าของคณิตศาสตร์กับสถานการณ์จริง

4. โจทย์ปัญหาท้าทาย เป็นโจทย์ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนใช้การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และเทคนิคต่าง ๆ ที่ลึกซึ้งมาช่วยแก้โจทย์ปัญหา เป็นโจทย์ปัญหาที่มุ่งพัฒนาการคิดระดับสูง อาจเป็นโจทย์ปัญหาที่ทำให้เกิดความสนุกสนานและมีความท้าทาย และเหมาะสำหรับการนำไปใช้เพื่อแข่งขัน แต่ไม่เหมาะกับการนำมาใช้วัดผลการเรียนรู้

จากประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถพิจารณาตามจุดประสงค์ของปัญหา กล่าวคือ ปัญหานั้นเป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบหรือปัญหานั้นเป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงผล หรือสามารถพิจารณาจากลักษณะของโจทย์ปัญหา ได้แก่ โจทย์ปัญหาอย่างง่าย โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อน โจทย์ปัญหาเชิงบูรณาการ และโจทย์ปัญหาท้าทาย ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าในโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หนึ่ง ๆ สามารถผสมผสานโจทย์ปัญหาได้หลายลักษณะ

1.1.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการอย่างหนึ่ง และปัญหาที่มีรูปแบบที่หลากหลายจนไม่สามารถหาเกณฑ์จัดประเภทที่ชัดเจนได้ การสร้างประสบการณ์หรือการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะสามารถนำไปประกอบในการแก้ปัญหาได้ ผู้สอนจึงควรปลูกฝังให้ผู้เรียนเข้าถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 8-11) เสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา” ประกอบด้วย

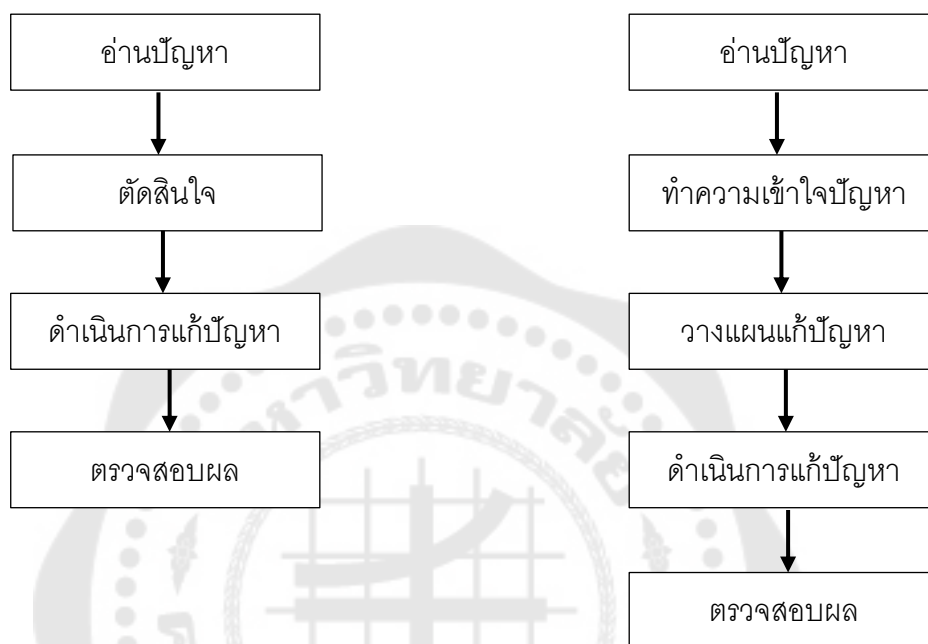
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นเริ่มของการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ห้ข้อมูลในปัญหา ตัดสินและระบุสิ่งที่ต้องการค้นหา โดยผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล และเงื่อนไข โดยการพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างละเอียด ถี่ถ้วน ในทุกมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การวาดภาพประกอบ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง เป็นต้น

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนค้นหาหาข้อมูลเพิ่มเติม เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่ทราบค่า แล้วนำความสัมพันธ์เหล่านั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแผนการดำเนินการหรือแนวทางในการแก้ปัญหา ตลอดจนการเลือกใช้แผนการหรือแนวทางในการแก้ปัญหานั้น

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนการที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผนการแก้ปัญหาเพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ทั้งนี้หากแผนการดำเนินการ แนวทางในการแก้ปัญหาคือ หรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนต้องค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง

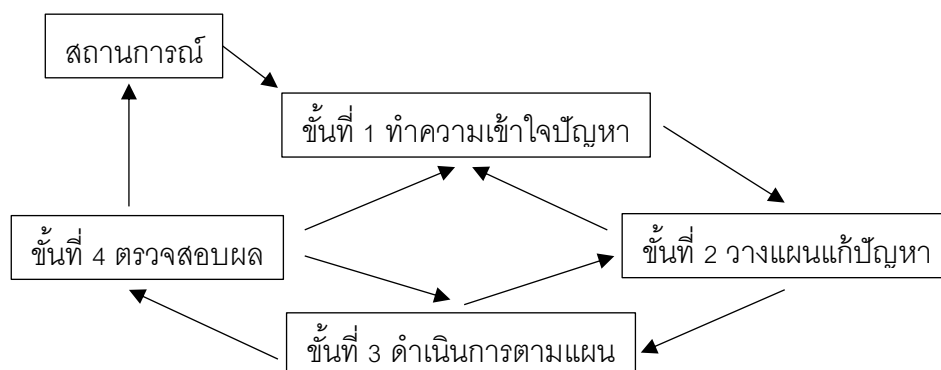
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนย้อนมองกลับไปตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และแนวทางในการแก้ปัญหาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหาอื่นหรือไม่ หากพบข้อผิดพลาด ผู้เรียนก็สามารถทำการแก้ไขคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหานั้น นอกจากนี้ผู้เรียนที่คาดการณ์คำตอบก่อนลงมือแสดงวิธีการแก้ปัญหา ก็สามารถทำการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการคาดการณ์ และแสดงคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

ต่อมาหลายคนมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาจะต้องดำเนินทีละขั้นเรียงตามลำดับขั้นเป็นแนวเส้นตรง โดย Rungfa Janjaruporn (2005, p. 14) ได้แสดงกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ตามภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหาเป็นแนวเส้นตรง

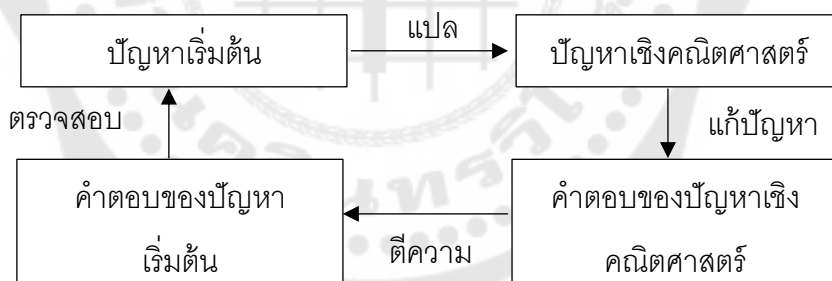
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 10-11) ได้เสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงความยืดหยุ่น มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้ตามแนวคิดของวิลสัน และคณะ ตามภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน และคณะ

จากภาพประกอบ 3 สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหา ก่อน จากนั้นวางแผนแก้ปัญหา กำหนดยุทธวิธีที่เหมาะสม แล้วดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ จนสามารถหาคำตอบได้ และตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหา ทั้งนี้ ทิศทางของลูกศร เป็นการแสดงการพิจารณา ตัดสินใจย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าเมื่อเกิดข้อติดขัด ข้อสงสัย หรือเมื่อเกิดปัญหาในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยนักเรียนไม่จำเป็นต้องเริ่มใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป จึงเรียกกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของวิลสัน และคณะว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

กระบวนการดังกล่าวมีความคล้ายกับ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2556, น. 14) กล่าวว่า ปัญหาโดยทั่วไปมักจะกำหนดในรูปถ้อยคำจากคำพูดหรือการเขียน ในการแก้ปัญหาจะเริ่มต้นจากการแปลงสถานการณ์ปัญหาเหล่านี้ให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเชิงภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แล้วดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหานั้น หลังจากนั้นเป็นการแปลความหมายจากภาษาทางคณิตศาสตร์ นำกลับไปตรวจสอบและอธิบายคำตอบของปัญหาเริ่มต้นให้สอดคล้องและถูกต้องกับสถานการณ์ปัญหา สามารถแสดงดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวมของ ปรีชา เนาว์เย็นผล

นอกจากนี้ อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 42-43) เสนอกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่บูรณาการกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน ประกอบด้วย

D - Define เป็นการทำความเข้าใจปัญหา กำหนดหรือระบุปัญหาให้ชัดเจน

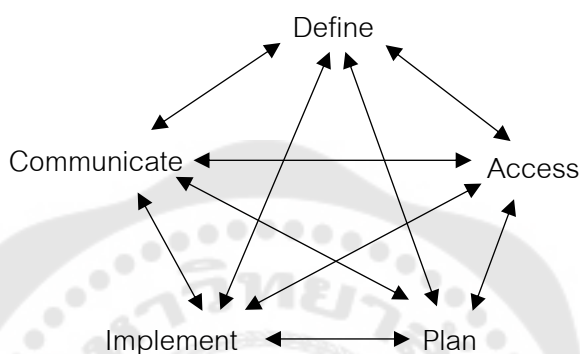
A - Access เป็นการระบุหรือเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

P - Plan เป็นการหาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาและวางแผนการดำเนินงานในการแก้ปัญหา

I - Implement เป็นการนำแผนการที่วางไว้มาปฏิบัติ รวมทั้งมีการปรับแผนการในการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น

C - Communicate เป็นการนำผลจากการดำเนินการมาวิเคราะห์ สรุป และสื่อสาร

ทั้งนี้สามารถแสดงกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC ตามภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC

จะเห็นว่า กระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นกระบวนการที่ยืดหยุ่น ไม่ซับซ้อน ไม่มีการกำหนดว่าต้องเริ่มจากองค์ประกอบใด และไม่จำเป็นต้องทำตามลำดับขั้นตอน ผู้แก้ปัญหาจึงต้องพิจารณาว่าควรเริ่มจากองค์ประกอบใด และใช้องค์ประกอบใดบ้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา

จากกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนหรือวิธีการในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เพื่อใช้ในการค้นหาผลเฉลยของสถานการณ์ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนระบุส่วนที่เป็นข้อมูล เงื่อนไข และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยการเขียน วาดภาพ แสดงเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยให้ผู้เรียนระบุ ความรู้หรือทฤษฎีที่ใช้ในการแก้ปัญหา สืบค้นข้อมูลหรือประเด็นที่เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องที่จะใช้ในแก้ปัญหาเพิ่มเติม กำหนดวิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามวิธีการหรือแนวทางที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2 ทั้งนี้หากวิธีการหรือแนวทางที่วางแผนไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนสามารถทำการวางแผนแก้ปัญหาใหม่ได้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล เป็นการพิจารณาความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของคำตอบ

1.1.4 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ในแต่ละปัญหาอาจมีวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน โดยกลยุทธ์หรือยุทธวิธีใช้ในการแก้ปัญหานั้นเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 44-45) สรุปกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การลองผิดลองถูก (Trial and Error) เป็นวิธีที่นักเรียนมักใช้กับปัญหาที่สามารถจะทดสอบคำตอบได้ เป็นวิธีที่สามารถทำได้สะดวก แม้จะเป็นวิธีที่ไม่แน่นอนว่าจะได้คำตอบช้าหรือเร็ว
2. การวาดภาพ (Picture) จะทำให้นักเรียนเข้าใจความซับซ้อนและบริบทของปัญหาได้ง่ายขึ้น หรือทำให้ปัญหาจากนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น
3. การสร้างโมเดล (Model) เป็นวิธีแก้ปัญหาโดยใช้การจำลองโมเดลของปัญหา เช่น การใช้สมการหรือกราฟสร้างโมเดล เป็นต้น
4. การค้นหาแบบรูป (Pattern) ปัญหาบางอย่างมีแบบรูป การค้นหาแบบรูปทั่วไปอาจทำให้พบความสัมพันธ์บางอย่าง และอาจมีประโยชน์ในการหาคำตอบ
5. การสร้างรายการ ตาราง และแผนภูมิ (List Table and Chart) เป็นการจัดระบบหรือค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ตารางหรือแผนภูมิ อาจทำให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาชัดเจนขึ้น และอาจทำให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้น
6. การทำงานย้อนกลับ (Working Backward) เป็นการแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นจากคำตอบที่ต้องการ แล้วทำการมองย้อนกลับไปหาข้อมูลหรือวิธีการแก้ปัญหาก่อนหน้า เพื่อจะตัดสินใจว่าจะต้องหรือทำอะไรก่อน
7. การใช้ปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า (Familiar and Simpler Problem) เป็นการทำให้ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เคยแก้ได้ หรือสามารถใช้วิธีแก้ปัญหาคือที่ง่ายกว่า

8. การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logical Reasoning) เป็นการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการที่เป็นเหตุเป็นผลและไม่เกิดข้อขัดแย้ง เนื่องจากปัญหาทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ แต่ต้องใช้เหตุผลในการคิด

ทั้งนี้ยุทธวิธีข้างต้นอาจเหมาะสมกับบางปัญหา แต่ไม่สามารถใช้ได้กับบางปัญหา การเลือกใช้จึงควรพิจารณาว่า ยุทธวิธีใดช่วยให้เข้าใจปัญหา และมองแนวทางในการแก้ปัญหามากขึ้นหรือไม่

สำหรับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 11-36) กล่าวว่า การแก้ปัญหานั้น นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานที่เพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาให้ดีแล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงสุด ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนมีความคุ้นเคยกับยุทธวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมและหลากหลายแล้ว นักเรียนจะสามารถเลือกยุทธวิธีเหล่านั้นมาใช้ได้ทันที ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เป็นเครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี มีรายละเอียด ดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบ ยุทธวิธีนี้มักใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต ในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้เชิงจำนวน และทักษะการสื่อสาร ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบก่อนคิดคำนวณจริง สามารถสะท้อนความรู้ ความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดของตนเองได้

2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตารางซึ่งจะช่วยในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ นำไปสู่การค้นหาแบบรูป ข้อชี้แนะอื่น ๆ ลดความหลงลืมหรือสับสน ในกรณีใดกรณีหนึ่ง จนสามารถนำไปสู่คำตอบได้

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ จะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น โดยเป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ

4. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจกกรณีก็ได้

5. การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการอาศัยข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดมาผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง นำมาสร้างข้อความคาดการณ์ โดยการเดาต้องเดาอย่างมีเหตุผล มีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่เดานั้นใกล้เคียงกับคำตอบมากที่สุด แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น

6. การเขียนสมการหรืออสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปของสมการหรืออสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมาคืออะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร แล้วทำการกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้ พร้อมเขียนและหาคำตอบของสมการหรืออสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น จากนั้นต้องตรวจคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา

7. การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาโดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ขั้นตอนที่ได้ในตอนเริ่มต้น ซึ่งใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากเดิมเพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้ผล

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่ที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วน ๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนจะลดจำนวนข้อมูลลง ช่วยให้สามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้ง่ายยิ่งขึ้น หรือเป็นการเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยหรือเคยแก้ปัญหามาก่อนหน้านี้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง ยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่ในการหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่ต้องการแสดงเป็นเท็จ

จากยุทธวิธีในการแก้ปัญหาข้างต้น แม้จะมีหลากหลายยุทธวิธีในการแก้ปัญหา แต่ไม่มียุทธวิธีใดที่ดีที่สุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่ ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางปัญหา สามารถแก้ได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธีหรือใช้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อให้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ นักเรียนควรต้องมีความรู้ ขั้นตอน หรือกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมและหลากหลาย ตลอดจนประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เพียงพออีกด้วย

1.1.5 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 47) กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถสรุปเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา เป็นการจัดการเรียนรู้ในการพัฒนาความรู้หรือพัฒนาทักษะ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การใช้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ วางแผนการ ลงมือแก้ปัญหา รวมถึงการเรียนรู้สิ่งใหม่จากปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น

2. การสอนให้แก้ปัญหาคือ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนฝึกใช้กระบวนการแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างของปัญหาที่แตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่มากขึ้นจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญหา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลยุทธ์หรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เช่น กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา หรือกระบวนการแก้ปัญหา DAPIC เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555b, น. 175-176) กล่าวว่า นอกจากครูจะต้องวางรากฐานให้นักเรียนเข้าใจและใช้ขั้นตอนของการแก้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว ครูต้องคำนึงถึงเนื้อหาสาระในสถานการณ์ปัญหา ตลอดจนพื้นฐานต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. องค์ประกอบเกี่ยวกับภาษา ได้แก่ คำและความหมายที่ใช้ในคณิตศาสตร์ ความหมายของประโยคหรือข้อความที่กำหนดให้ในสถานการณ์ปัญหา เพราะคำที่ใช้ในคณิตศาสตร์อาจมีความหมายต่างจากความหมายที่ใช้ในการสื่อสารและสื่อความหมายกันทั่วไป

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความเข้าใจ ได้แก่ ความรู้ ความสามารถในการตีความและแปลความหมายของข้อความจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปเป็นประโยคสัญลักษณ์ เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบด้วยวิธีการหรือยุทธวิธีในการหาคำตอบ

3. องค์ประกอบเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ได้แก่ ทักษะในการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

4. องค์ประกอบเกี่ยวกับการแสดงวิธีทำ ได้แก่ ความสามารถในการเขียนแสดงการแก้ปัญหามีความสมบูรณ์ทั้งแนวคิด เหตุผล และลำดับขั้นตอน

5. องค์ประกอบในการฝึกทักษะ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูจำเป็นต้องศึกษายุทธวิธีให้หลากหลาย เพื่อนำมาถ่ายทอดประสบการณ์ให้นักเรียนได้คุ้นเคย

และเลือกใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ครูต้องให้สถานการณ์ปัญหาแก่นักเรียนได้ฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 143-158) กล่าวถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้นักเรียนบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด มีรายละเอียด ดังนี้

กิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา เป็นการเรียนการสอนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ผ่านสถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสมกับวัยและพัฒนาการของนักเรียน ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเองตามขั้นตอน สำรวจสืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตัดสินใจสรุป นับเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ ลักษณะที่ดีของปัญหาที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ปัญหาที่มีความน่าสนใจ ดึงดูดและท้าทายความสามารถของผู้เรียน เป็นปัญหาที่ไม่ง่ายหรือยากจนเกินความสามารถของผู้เรียน เพราะหากปัญหาไม่มีความง่ายเกินไป อาจทำให้ไม่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน แต่ถ้ายากจนเกินไป ผู้เรียนอาจเกิดความรู้สึกท้อก่อนแก้ปัญหาได้สำเร็จ

2. ปัญหาที่มีความแปลกใหม่ ไม่คุ้นเคย เป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาก่อน เพราะหากนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาแล้ว ปัญหานั้นจะไม่ใช่ว่าปัญหาที่แปลกใหม่สำหรับผู้เรียนอีกต่อไป ผู้สอนควรทำการดัดแปลงสถานการณ์ เปลี่ยนมุมมองของคำถาม เพื่อให้กลายเป็นปัญหาที่แปลกใหม่สำหรับผู้เรียน

3. ปัญหาเชิงบูรณาการ (คณิตศาสตร์และบริบทอื่น ๆ) เป็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากมาย มีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนเห็นประโยชน์หรือคุณค่าของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนสามารถเห็นหารประยุกต์ใช้บริบทหรือศาสตร์อื่นนอกเหนือจากคณิตศาสตร์

4. ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาจริง ควรเป็นปัญหาที่มีสอดคล้องและเหมาะสมกับช่วงวัยหรือระดับพัฒนาการของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ ผ่านการลงมือแก้สถานการณ์ปัญหาจริง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ/กระบวนการทางด้านการเชื่อมโยง ตลอดจนเห็นถึงคุณค่าและการประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้

5. ปัญหาที่ส่งเสริมทักษะ/กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจขั้นตอนในแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

6. ปัญหาที่สามารถใช้แนวทางหรือยุทธวิธีในแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกใช้ ประยุกต์ความรู้และประสบการณ์ในการแก้ปัญหา รวมถึงปรับใช้ยุทธวิธีในแก้ปัญหาที่หลากหลายได้อย่างเหมาะสม

7. ปัญหาที่ส่งเสริมการสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไป เพื่อเป็นการเสริมสร้างประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

8. ปัญหาที่ส่งเสริมความคิดของผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ประกอบด้วย การคิดวิเคราะห์ การกำหนดปัญหาให้ชัดเจน แนวทางในการค้นหาคำตอบที่แตกต่างหลากหลาย การคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างละเอียดถี่ถ้วน รอบคอบและสมเหตุสมผล เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

9. ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายและนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสารสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

10. ปัญหาที่ใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสมกับช่วงวัยและระดับพัฒนาการของผู้เรียน

11. ปัญหาที่มีข้อมูลขาด มีข้อมูลเกิน มีข้อมูลที่ขัดแย้งกันบ้างหรืออาจมีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ หรือไม่มีคำตอบ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดเกี่ยวกับปัญหาตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา อะไรคือสิ่งที่กำหนดมาให้

นอกจากผู้สอนจะต้องเตรียมปัญหาให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพแล้วผู้สอนควรมีแนวทางในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือหรือการทำงานร่วมกัน (กลุ่มย่อย) เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกันแลกเปลี่ยน และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน ได้สื่อสารและนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตน ตลอดจนการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหา เสริมสร้างความมั่นใจและความกล้าแสดงออกต่อความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง

2. ผู้สอนควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการของการแก้ปัญหา รวมทั้งเรียนรู้ ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหานั้น
3. ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบาย และนำเสนอแนวคิด ของตนอย่างอิสระ โดยผู้สอนควรทำเป็นกิจกรรมกลุ่ม เพราะการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้ ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ด้วย
4. ผู้สอนควรฟังและยอมรับความคิดเห็นของผู้เรียนทุกคนไม่ว่าถูกหรือ ผิด เพราะทุกการแสดงความคิดเห็น หรือคำตอบที่ผิดของผู้เรียนจะทำให้ครูได้รู้ถึงจุดบกพร่องหรือ ข้อผิดพลาดนั้น นอกจากนี้ผู้สอนควรซักถามถึงแหล่งที่มาของคำตอบ ให้ผู้เรียนได้อธิบายและเปิด การอภิปรายในห้องเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง
5. ผู้สอนควรให้ผู้เรียนคิดหาแนวทางหรือวิธีการในการหารแก้ปัญหาด้วย ตนเองก่อน
6. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนคิดและลงมือตามขั้นตอนในกระบวนการ แก้ปัญหา โดยผู้สอนคอยให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่ นักเรียน ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับ ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง
7. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี ในการแสดงคำตอบ
8. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนได้สำรวจ สืบค้น สร้างข้อความ คาดการณ์ อธิบายและตัดสินใจเพื่อหาข้อสรุปหรือความรู้ของตนเอง
9. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ช่องทางการสื่อสารมากกว่าหนึ่ง ช่องทาง ในการนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเห็นว่า ในหนึ่ง สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถสื่อความหมายและนำเสนอได้มากกว่าหนึ่งช่องทางการ สื่อสาร
10. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนแก้สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายทั้ง ในปัญหาทางคณิตศาสตร์และปัญหาในบริบทอื่น เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยง และเห็นคุณค่าในการประยุกต์ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ขณะลงมือแก้ สถานการณ์ปัญหา

11. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เสริมสร้างความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนเองอย่างเป็นอิสระ

12. ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง ตลอดจนให้ผู้เรียนอธิบายหรือสะท้อนถึงกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองออกมา

13. ผู้สอนควรเปิดการอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกันพิจารณาและลงข้อสรุปในกระบวนการแก้ปัญหาที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

นอกจากนี้ KEOVONGSA (2559, น. 88) สรุปองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ องค์ประกอบเกี่ยวกับตัวผู้แก้ปัญหาเอง ได้แก่ ระดับสติปัญญา ความรู้ในเนื้อหา ประสบการณ์ ความคิด ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และองค์ประกอบสภาพแวดล้อม ได้แก่ การพัฒนาที่ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งนี้สถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้เป็นสื่อในการพัฒนาเป็นสถานการณ์ที่ดีก่อให้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะต่าง ๆ เป็นปัญหที่น่าสนใจ ทำลายความสามารถและความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน พร้อมกับการจัดบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิด การสำรวจ สืบค้น และมีเวลาเพียงพอในการแก้ปัญหา

1.1.6 เกณฑ์การวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555b, น. 209) ให้ความหมายของการวัดผลและการประเมินผลว่า การวัดผล (measurement) หมายถึง การตรวจสอบหรือค้นหาสิ่งที่ต้องการตรวจสอบว่ามีปริมาณและคุณภาพมากน้อยเพียงใด และการประเมิน (evaluation) หมายถึง การนำผลจากการวัดผลมาประมวลชี้ขาดในขั้นสรุปหรือขั้นการตัดสินใจ จึงถือว่าการวัดผลเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผล การประเมินผลจึงเป็นขั้นตอนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ครูทราบว่า นักเรียนได้เรียนรู้และบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด ตลอดจนนำผลของการประเมินมาช่วยพัฒนาและปรับปรุงวิธีการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนไปในทางที่พึงปรารถนา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555b, น. 220-225) กล่าวว่า ในการประเมินผลเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่คำนึงถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ลักษณะข้อสอบจึงควรเป็นคำถามแบบเจาะลึกแนวคิด โดยครูไม่ควรมุ่งเน้น

การหาคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ควรรวมไปถึงการคิดวิเคราะห์ การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน รวมถึงการอธิบายและการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วย นอกจากนี้การประเมินผลจะต้องมีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นระบบและชัดเจน เพื่อช่วยให้ครูสามารถพิจารณาและตัดสินว่านักเรียนมีความรู้ แนวคิด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ “การให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์แบบรูบริก (Rubric scoring)”

การให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์แบบรูบริก เป็นการให้คะแนนที่ไม่ได้พิจารณาที่คำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่ยังพิจารณาและตัดสินระดับความสามารถของนักเรียนด้านความรู้ แนวคิดทาง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ตลอดจนมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม สำหรับการให้คะแนนแบบรูบริกที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เป็นการให้คะแนนแบบรูบริกที่ประเมินผลงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก พร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมีแยกแยะลงไปเป็นขั้น ๆ ของการทำงานในด้านที่พิจารณาถึง เช่น ด้านที่พิจารณาถึงการแก้ปัญหา ชั้นของการทำงาน ได้แก่ ชั้นทำความเข้าใจปัญหา ชั้นวางแผนแก้ปัญหา ชั้นดำเนินการตามแผน และชั้นตรวจสอบผล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อย หรือใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

2. การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการให้คะแนนแบบรูบริกที่ประเมินผลงานของนักเรียน โดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมี เป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่ต้องแยกแยะลงไปเป็นขั้น ๆ ของการทำงาน ทั้งนี้มักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน ที่ต้องการผลเป็นภาพรวมกว้าง ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555a, น. 127-130) กล่าวว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรมีรายการประเมินที่แสดงถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหา และจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดเพียงพอที่จะใช้ประเมินผู้เรียน โดยตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา วิธีแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ ตลอดจนการขยายผล

การแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปได้ เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากรายการประเมิน 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา 3) การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ 4) สรุปคำตอบ แสดงดังตาราง 1 และตาราง 2 ดังนี้

ตาราง 1 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ไขปัญหาก็ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาลำดับ ขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบถูกต้องสมบูรณ์
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ไขปัญหาก็ถูกต้อง เหมาะสม สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ไขปัญหาก็ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของเนื้อหา นำวิธีการแก้ไขปัญหามาใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
1 (ปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง และนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

ตาราง 2 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจ ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน - เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือก ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นของปัญหา - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงผลขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. สรุปคำตอบ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ - สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์บางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน - ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

พรทิพา เมืองโครต (2559, น. 57) ทำการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการสำหรับแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของพรทิพา

การประเมิน	คะแนน	พฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหา
ทำความเข้าใจปัญหา	0	ไม่มีการเขียน หรือเขียนข้อความที่ไม่แสดงถึงความเข้าใจในปัญหา
	1	มีการเขียนข้อความหรือข้อมูล que แสดงถึงความเข้าใจในปัญหาเพียงบางส่วน หรือมีบางส่วนเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายของปัญหาบางส่วนผิด
	2	มีการเขียนข้อความหรือแสดงข้อมูลที่แสดงถึงความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง ครบถ้วน
วางแผนการแก้ปัญหา	0	ไม่มีการวางแผนแก้ปัญหา หรือมีการเขียนแผนการแก้ปัญหา แต่ไม่ใช่แผนที่จะแก้ปัญหา
	1	มีการเขียนวางแผนแก้ปัญหาแต่ไม่เหมาะสมหรือสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	2	มีการเขียน วางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ครบถ้วน
ดำเนินการแก้ปัญหา	0	ไม่มีการเขียนแสดงวิธีทำใดเลยหรือมีการเขียนแสดงวิธีทำ แต่ไม่ใช่วิธีที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการ
	1	มีการเขียนแสดงวิธีทำที่เหมาะสมเกือบสมบูรณ์ หรือเขียน แสดงวิธีทำได้ อย่างสมบูรณ์ แต่มีการคำนวณหรือเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ผิดพลาดจนได้คำตอบที่ผิดพลาดหรือแสดงวิธีการทำได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์แต่ตอบคำถามผิดพลาด
	2	มีการแสดงวิธีการทำอย่างเป็นขั้นตอน ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน สื่อความหมายชัดเจนสมบูรณ์ และแสดงคำตอบที่ถูกต้อง
การตรวจสอบผล	0	ไม่มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบ หรือมีการเขียน แสดงการตรวจคำตอบไม่เหมาะสม ไม่สามารถยืนยันคำตอบที่คำนวณได้
	1	มีการเขียนหรือแสดงการตรวจคำตอบที่เหมาะสมถูกต้อง แต่มีความผิดพลาดในการคำนวณโดยเขียนสัญลักษณ์ที่ผิดพลาด
	2	มีการเขียนแสดงการตรวจสอบคำตอบที่เหมาะสมถูกต้องสมบูรณ์ไม่มีข้อผิดพลาดใดเลย

Polya (1957, p. 16) ได้เสนอตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนตามตาราง 4

ตาราง 4 ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา

กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา	ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา ประกอบด้วย
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง - โจทย์ต้องการทราบอะไร - แยกเงื่อนไขเป็นส่วนต่าง ๆ
ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - ระบุความรู้หรือทฤษฎีที่ใช้ในการแก้ปัญหา - สืบค้นข้อมูลหรือประเด็นที่เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องที่จะใช้ในแก้ปัญหา - กำหนดแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหา - ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้
ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถดำเนินการตามแผน โดยการตรวจสอบหรือพิสูจน์ที่ละขั้นว่าถูกต้อง
ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบผลลัพธ์ - พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบได้

จากเกณฑ์ในการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยมีความประสงค์ในการยึดรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา เพื่อเป็นแนวทางในการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณ์ญาณในหัวข้อถัดไป

1.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

“การคิดเชิงวิจารณ์” “การคิดเชิงวิพากษ์” หรือ “การคิดอย่างมีวิจารณญาณ” (Critical Thinking) เป็นคำที่นำมาใช้ในวงการการศึกษานานพอสมควร จึงมีผู้ใช้เรียกคำนี้แตกต่างกัน ในที่นี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า “การคิดอย่างมีวิจารณญาณ”

1.2.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Sternberg (1985) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดที่อยู่ในส่วนของตัวควบคุมกระบวนการประมวลความรู้ ซึ่งนับเป็นกระบวนการคิดขั้นสูงที่ใช้ในการวางแผน ติดตาม กำหนด ประเมินและตัดสินใจให้การคิดดำเนินการไปได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ Watson & Glaser (2010, p. 2) ให้ความหมายเพิ่มเติมว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การผสมผสานของการคิดที่ประกอบด้วย ทศนคติ ความรู้ และทักษะ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ทศนคติ (Attitude) หมายถึง ความสนใจในการแสวงหาความรู้ ตลอดจนการค้นหาหลักฐานมาใช้ในการสนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าเป็นจริง
2. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการอนุมาน การสรุปความสำคัญ การสรุปนัยทั่วไปโดยใช้หลักฐานในการอ้างอิง และการใช้หลักตรรกวิทยา
3. ทักษะ (Skills) หมายถึง ความสามารถในการนำทศนคติและความรู้ไปประยุกต์ใช้พิจารณาตัดสินปัญหา ข้อความหรือข้อสรุปต่าง ๆ ได้

สอดคล้องกับ Warnick & Inch (1994) ที่กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสำรวจปัญหา คำถาม สมการการณ์ เป็นการบูรณาการข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ นำมาแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน หรือพิสูจน์เหตุการณ์นั้น ๆ และ Ennis (2011, p. 1) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล เพื่อมุ่งการตัดสินใจในสิ่งที่ควรเชื่อหรือควรทำ

ราชบัณฑิตยสภา (2558) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นหลักคิดประเภทหนึ่งที่เน้นกระบวนการพิจารณาและประเมินข้อมูลหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่คิดทุกด้านอย่างรอบคอบ โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด หลักเหตุผล จนได้คำตอบที่เหมาะสมหรือดีที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจ ประเมิน หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นกระบวนการคิดที่มีปัญหาเป็นตัวนำ

จิรันธินิน คงจีน (2560, น. 73) และ อัมพร ไม้คนอง (2559, น. 24) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คล้ายคลึงกันว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดอย่างรอบคอบของบุคคล ในสถานการณ์หรือปัญหา โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ของตนเอง รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ ตีความ อาศัยทักษะหลาย ๆ ด้าน เช่น การวิเคราะห์ และ

การประเมินเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาที่พบ สามารถสรุปผลและประเมินผล การคิดของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการคิดทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาว่าถูกต้อง เหมาะสม หรือสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับ พาสนา จุฬรัตน์ (2564, น. 344) สรุป ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดเพื่อพิจารณาไตร่ตรองข้อมูล ปัญหา และสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างรอบคอบสมเหตุสมผล โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง มาช่วยในการตัดสินใจหรือตรวจสอบด้วยเหตุผลว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่เชื่อ ดีหรือไม่ดีอย่างไร

ทางด้าน สุวิทย์ มูลคำ (2550, น. 9) และ ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 110) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่คล้ายคลึงกันว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดระดับสูง เพื่อพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็น ปัญหา มีหลักเกณฑ์ มีหลักฐานที่เชื่อถือได้ เพื่อตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือไม่ควรเชื่อ สิ่งใดควร ทำหรือไม่ควรทำ โดยใช้ความรู้ ความคิดจากประสบการณ์ของตนจากข้อมูลรอบด้าน การคิด อย่างมีวิจารณญาณจึงประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ เช่น ทักษะการรับรู้และการแสวงหาความรู้ ทักษะการประเมิน ทักษะการสรุปอ้างอิง ทักษะการวิเคราะห์ความคิด เพื่อนำมาช่วยใน การตัดสินใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

จากความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิด พิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบในข้อมูลหรือ สถานการณ์ปัญหา โดยใช้ความรู้ และการแสวงหาข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจและลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

1.2.2 องค์ประกอบและกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมี วิจารณญาณ พบว่า องค์ประกอบและกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความเกี่ยวข้องกัน โดยองค์ประกอบจะเป็นส่วนประกอบหนึ่งของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งนี้ผู้วิจัย จึงรวมหัวข้อเป็นองค์ประกอบและกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

Dressel & Mayhew (1957, pp. 179-181) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นความสามารถเชิงการคิดของบุคคล ประกอบด้วยกระบวนการ 5 ด้าน ดังนี้

1. การนิยามปัญหา คือ การรับรู้หรือตระหนักถึงความเป็นไปได้ของ สถานการณ์ปัญหา ได้แก่ การรับรู้เงื่อนไขต่าง ๆ ของความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ปัญหา ความขัดแย้งและเรื่องราวที่สำคัญในสถานการณ์ปัญหา การระบุจุดเชื่อมโยงที่ขาดหายไป หรือ

การรู้ถึงสภาพปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบ โดยการระบุถึงธรรมชาติของปัญหา ความเข้าใจถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องและความจำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งมีความยุ่งยากจากนามธรรมให้เป็นรูปธรรม จัดจำแนก แยกแยะ แบ่งองค์ประกอบของปัญหาที่มีความซับซ้อน ออกเป็นส่วนประกอบที่สามารถกระทำได้

2. การเลือกใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือเป็นประโยชน์ต่อการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา คือ การตัดสินใจว่าข้อมูลมีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ การระบุว่าข้อมูลใดควรยอมรับหรือไม่ การจำแนกความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การเลือกตัวอย่างของข้อมูลที่เชื่อถือได้และเพียงพอ ตลอดจนการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ

3. การระบุข้อตกลงเบื้องต้นประกอบด้วย การระบุข้อตกลงที่ผู้อ้างเหตุผลไม่ได้กล่าวไว้ ข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอ้าง รวมถึงข้อตกลงที่คัดค้านการอ้างเหตุผล

4. การกำหนดและเลือกสมมติฐาน ประกอบด้วย การค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา การชี้แนะคำตอบของปัญหา การตั้งสมมติฐานโดยอาศัยข้อมูลที่จำเป็นและข้อตกลงเบื้องต้น การเลือกสมมติฐานที่มีความเป็นไปได้สูงสุดมาทำการพิจารณาก่อน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น

5. การลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และการตัดสินใจสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผล ประกอบด้วย

5.1 การลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ข้อตกลงเบื้องต้น สมมติฐาน ได้แก่ การระบุความสัมพันธ์ระหว่างค่ากับประพจน์ การระบุเงื่อนไขที่จำเป็น เงื่อนไขที่เพียงพอ การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และการระบุข้อสรุป

5.2 การพิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของกระบวนการที่นำไปสู่ข้อสรุป ได้แก่ การจำแนกข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ความพึงพอใจ และความลำเอียงตามค่านิยม การจำแนกระหว่างการคิดเหตุที่มีข้อสรุปแน่นอนกับการคิดเหตุที่ไม่สามารถหาข้อสรุปได้

5.3 การประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้ ได้แก่ การระบุเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการพิจารณาข้อสรุป การระบุเงื่อนไขที่ทำให้ข้อสรุปไม่สามารถนำไปลงมือกระทำได้ และการพิจารณาถึงความเพียงพอของข้อสรุปในลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหา

Kneedler (1988) กำหนดความสามารถในกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. การนิยามและทำความเข้าใจชัดเจนของปัญหา ซึ่งจำแนกเป็นความสามารถย่อย ๆ ได้แก่

1.1 การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุความสำคัญในเรื่องที่อ่าน การอ้างเหตุผล การใช้เหตุผล และข้อสรุปในการอ้างเหตุผล

1.2 การเปรียบเทียบความเหมือนหรือความคล้ายและความแตกต่างระหว่างคน วัตถุ ความคิด หรือผลลัพธ์ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป

1.3 การกำหนดข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการจำแนกข้อมูลที่สามารถและไม่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้ รวมทั้งการจำแนกระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องสถานการณ์ปัญหาได้

1.4 การกำหนดคำถามที่เหมาะสม เป็นความสามารถในการกำหนดคำถาม ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา

2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งจำแนกเป็นความสามารถย่อย ๆ ได้แก่

2.1 การจำแนกหลักฐาน ที่มีลักษณะเป็นข้อเท็จจริงหรือข้อคิดเห็นที่ผ่านการพิจารณาอย่างมีเหตุผล เป็นความสามารถในการประยุกต์เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อพิจารณาหลักฐานผ่านการสังเกตและการให้เหตุผล

2.2 การตรวจสอบความสอดคล้อง เป็นความสามารถในการตัดสินถึงความสอดคล้องระหว่าง ข้อความหรือสัญลักษณ์กับบริบททั้งหมด

2.3 การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวอ้าง เป็นความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล

2.4 การระบุภาพพจน์ เป็นความสามารถในการระบุความคิดเห็นส่วนตัวกับความคิดเห็นของบุคคลตามค่านิยม

2.5 การระบุความมีอคติปัจจัยทางอารมณ์และการโฆษณา เป็นความสามารถในการระบุความมีอคติในการอ้างเหตุผลและตัดสินความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล

2.6 การระบุความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์ เป็นความสามารถในการระบุความเหมือน คล้าย หรือแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์

3. การแก้ปัญหาหรือการลงข้อสรุป ซึ่งจำแนกเป็นความสามารถย่อย ได้แก่

3.1 การระบุความเพียงพอของข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินใจว่า ข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอทั้งด้านปริมาณและคุณภาพต่อการนำไปสู่ข้อสรุป การตัดสินใจ หรือการกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้หรือไม่

3.2 การคาดการณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ เป็นความสามารถในการคาดการณ์ผลที่อาจเป็นไปได้ของสถานการณ์หรือชุดสถานการณ์ต่าง ๆ

Quellmalz (1985, pp. 29-34) ได้วิเคราะห์ความคล้ายคลึงกันของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างทฤษฎีของนักจิตวิทยากับทฤษฎีของนักปรัชญา สรุปได้ทั้งหมด 4 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การนิยามปัญหา ประกอบด้วยการกำหนดคำถามและวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหา

2. การระบุข้อมูล เนื้อหา และกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ตัดสินความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่น่ามาสนับสนุน รวมทั้งข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

3. การนำข้อมูลมาใช้ประกอบเพื่อแก้ปัญหา ประกอบด้วยการคิดหาเหตุผลเชิงอนุมานและการคิดหาเหตุผลเชิงอุปมาน

4. การประเมินความสำเร็จและการตัดสินความเพียงพอของคำตอบ

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2540, น. 137) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณอันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างวิเคราะห์ มีกระบวนการดังนี้

1. ค้นหาปัญหา เป็นขั้นการค้นหาว่าสิ่งใดคือปัญหา โดยที่ไม่รู้ว่าอะไรเกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

2. พิจารณาทางเลือก เป็นขั้นพยายามหาทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุด

3. วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นพยายามวางแผนแก้ปัญหา ในแนวทางที่เลือก

4. แก้ปัญหา เป็นขั้นแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้

5. ขั้นวิเคราะห์ผลลัพธ์ เป็นขั้นตรวจสอบและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความเที่ยงตรงเพียงใด และเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่

สุวิทย์ มูลคำ (2550, น. 11-12) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งองค์ประกอบ 7 ประการ ดังนี้

1. จุดมุ่งหมาย คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิด ซึ่งเป็นการคิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคิดเพื่อหาความรู้

2. ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการรู้ โดยผู้คิดสามารถระบุประเด็นสำคัญของปัญหาที่ต้องการแก้ไข หรือคำถามสำคัญที่ผู้คิดต้องการรู้คำตอบ

3. สารสนเทศ คือ ข้อมูล ข่าวสาร หรือความรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการคิด โดยข้อมูลต่างที่ได้มาควรมีความถูกต้อง กว้างขวาง ลึกซึ้ง ชัดเจน และสามารถยืดหยุ่นต่อ ประโยชน์ของปัญหาได้

4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ความเชื่อถือ ชัดเจน ถูกต้องของข้อมูล และข้อมูล นั้นต้องมีความเพียงพอต่อการใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิด กฎ ทฤษฎี หลักการ ที่มีความจำเป็นต่อ การคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งแนวคิดที่ได้มานั้นจะต้องมีความถูกต้องและเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ปัญหาหรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบ

6. สมมติฐาน คือสิ่งที่ผู้คิดคาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้น โดยการตั้งสมมติฐาน จะต้องมีความชัดเจน สามารถตัดสินได้เพื่อเป็นประโยชน์ในการค้นหาข้อมูลมาใช้ในการคิดอย่าง มีเหตุผล

7. การนำไปใช้และผลที่ตามมา ผู้ที่คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบ สามารถ มองการณ์ไกล มองถึงผลที่ตามมาวมกับการนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด

ทั้งนี้ สุวิทย์ มูลคำ (2550, น. 13-14) กล่าวว่า สถานการณ์ปัญหาเป็นสิ่งที่ เริ่มต้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยขั้นตอน ต่าง ๆ ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา หมายถึง การทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา โดยพิจารณารวบรวมประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แยกแยะและจัดลำดับปัญหา เพื่อกำหนด ปัญหา ระบุข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ รวมทั้งการนิยามความหมายของคำ ข้อความ หรือ ประโยคในสถานการณ์ปัญหา

2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การแสวงหาข้อมูลหรือสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ สถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และทันสมัยจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการเลือกข้อมูล หรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้ ด้วยวิธีการสังเกต และการรวบรวมข้อมูล

3. การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การพิจารณาความเพียงพอและความ นำเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การจัดระบบข้อมูล ประเมินความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำไปสู่การอ้างอิง แยกแยะความแตกต่างของข้อมูล คือจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา รวมถึงการระบุข้อตกลง เบื้องต้น เพื่อนำข้อมูลมาทำการจัดกลุ่ม การวางลำดับความสำคัญของข้อมูล และใช้เป็นแนวทาง ในการตั้งสมมติฐาน

4. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดการณ์ข้อมูลที่มีการจัดระบบมา เชื่อมโยงความสัมพันธ์ที่ผ่านการพิจารณาและสรุปอ้างอิงของแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อสรุปแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้สูงสุด

5. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาและเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลสูงสุดจากข้อมูลและหลักฐานที่ผ่านการตัดสินสรุป

6. การประเมินสรุปอ้างอิง หมายถึง การประเมินถึง ความสมเหตุสมผลตามหลักตรรกศาสตร์ โดยประเมินว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ หรือประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ได้หรือไม่ และผลที่เกิดจะเป็นอย่างไรหากข้อมูลที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลง

สุคนธ์ สิ้นพานนท์ (2555, น. 108-109, 113-114) กล่าวถึงองค์ประกอบและกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งมีความสอดคล้องกันสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา / ประเด็นสำคัญ / สถานการณ์ที่พบ นั่นคือ ความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสถานการณ์ปัญหา พร้อมระบุความหมายของคำหรือข้อความที่ปรากฏ

2. การรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการนำมาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งการดึงข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

3. การวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณาข้อมูล เพื่อหาทางเลือกหรือคำตอบที่ถูกต้องอย่างรอบคอบ และประเมินทางเลือกหลาย ๆ ทางเลือก เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณา ประเมิน ตรวจสอบ ตัดสินข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยพิจารณาถึงที่มา รวมทั้งความเพียงพอของข้อมูลที่จะนำไปสู่การลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผล

4. การสรุปเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ เป็นการวัดความสามารถในการลงข้อสรุปโดยใช้เหตุผล ซึ่งในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลนั้น อาจจะใช้เหตุผลเชิงอุปนัย หรือเชิงนิรนัย

มัทธนา พรหมรักษ์ (2556, น. 80-84) สรุปองค์ประกอบและกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านการทำความเข้าใจปัญหาเพื่อระบุประเด็นสำคัญต่าง ๆ ปรากฏอยู่ในขั้นการนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อความหรือสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ โดยสามารถระบุองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา จัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอนได้ชัดเจน

2. องค์ประกอบด้านกระบวนการรวบรวมข้อมูลหรือการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่าง ๆ ปรากฏอยู่ในขั้นการรวบรวมข้อมูล เป็นความสามารถในการรวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล โดยสามารถแสวงหาข้อมูลประกอบปัญหานั้นจากแหล่งต่าง ๆ ได้มากที่สุด

3. องค์ประกอบด้านการพิจารณาตัดสินความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล ปรากฏอยู่ในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินได้ว่าข้อมูลใดมีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหา การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การจัดระบบข้อมูล รวมทั้งสามารถระบุข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูลได้

4. องค์ประกอบด้านการกำหนดและตั้งสมมติฐาน เป็นความสามารถในการกำหนดสมมติฐานต่าง ๆ จากข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น และเลือกสมมติฐานที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด

5. องค์ประกอบด้านการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ปรากฏอยู่ในขั้นการลงข้อสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักเหตุผลหรือตามหลักตรรกศาสตร์ โดยพิจารณาจากข้อตกลงเบื้องต้น สมมติฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

6. องค์ประกอบด้านการประเมินผล เป็นการประเมินความถูกต้องและตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์หรือคำตอบที่ได้

วิเศษฐ์ แสงดวงดี (2557, น. 73-76) ทำการสังเคราะห์ขั้นตอนการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ สามารถสรุปได้ 5 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดปัญหา ประกอบด้วย การระบุประเด็นปัญหา รวมทั้งข้อคำถามข้ออ้าง และให้ความหมายต่อปัญหาจากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ

2. การทำความเข้าใจปัญหา ประกอบด้วย การพิจารณาองค์ประกอบของปัญหา กำหนดประเด็นหลักที่ควรพิจารณา เป้าหมายการคิด และการทำความเข้าใจปัญหาและความเป็นมาของปัญหา

3. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ประกอบด้วย การสำรวจประเด็นและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การพิจารณาความน่าเชื่อถือ ความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ การแยกแยะประเภทของข้อมูล จัดลำดับความสำคัญ ประมวลและจัดระเบียบของข้อมูล และการสังเคราะห์และตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็นต่อการแก้ปัญหา

4. การประเมินทางเลือกและยุทธวิธีแก้ปัญหา ประกอบด้วย การกำหนดและเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด การสะท้อนความคิด และสรุปทางเลือกหรือยุทธวิธีเพื่อแก้ปัญหา/คำตอบที่สมเหตุสมผล และการประเมินข้อสรุปและตัดสินใจเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ผลที่ตามมา ผลดีและผลเสียในระยะสั้นและยาวที่สมเหตุสมผล

5. การแก้ปัญหาหรือสร้างความรู้ ประกอบด้วย การประยุกต์ใช้ยุทธวิธีเพื่อแก้ปัญหา เป็นการทดสอบข้อสรุปด้วยการนำไปปฏิบัติ และการสรุปความรู้ใหม่และนำเสนอความเห็น

จรัญธนิน คงจีน (2560, น. 81) ทำการสังเคราะห์กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุประเด็นปัญหา หรือข้อโต้แย้ง
2. รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ จำแนก จัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา หรือข้อโต้แย้ง
3. พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล ตัดสินใจเลือกข้อมูลหรือทางเลือกแล้วตั้งสมมติฐาน เพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา
4. ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ
5. สรุปและประเมินผลโดยใช้เหตุผล ชิงน้ำหนัก ผลดี ผลเสีย ตีความหมายการอ้างอิง อธิบายความสัมพันธ์

ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักการศึกษาข้างต้นแสดงดังตารางที่ 5

ตาราง 5 แสดงการสังเคราะห์กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Dressel (1957)	Kneedle (1985)	Quellmalz (1985)	สุนีย์ (2540)	สุวิทย์ (2550)	สุนันท์ (2555)	มณฑนา (2556)	วิเศษฐ์ (2557)	จิรณินัน (2560)	ผู้วิจัย
- นิยามปัญหา	- การนิยามและทำความเข้าใจของปัญหา	- นิยามปัญหา	- ค้นหาปัญหา	- การกำหนดปัญหา	- การทำความเข้าใจปัญหา	- ทำความเข้าใจปัญหา	- กำหนดปัญหา - ทำความเข้าใจปัญหา	- ระบุประเด็นปัญหา	- พิจารณาประเด็นปัญหา
- เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ - ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	- พิจารณาตัดสินใจข้อมูลที่สัมพันธ์กับปัญหา	- ระบุข้อมูลเนื้อหา และกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหา	- พิจารณาทางเลือก	- การรวบรวมข้อมูล - การจัดระบบข้อมูล	- รวบรวมข้อมูล - วิเคราะห์ข้อมูล	- รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง - วิเคราะห์ข้อมูล	- รวบรวมวิเคราะห์ จำแนก จัดระบบข้อมูล - พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล	- รวบรวม วิเคราะห์ จัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับประเด็นปัญหา	- รวบรวม วิเคราะห์ และจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับประเด็นปัญหา
- กำหนดและเลือกสมมติฐาน		- นำข้อมูลมาใช้ประกอบการแก้ปัญหา	- วางแผนแก้ปัญหา	- การตั้งสมมติฐาน (สรุปแนวทางที่จะเป็นไปได้มากที่สุด) - การสรุปโดยใช้หลักการทฤษฎี	- การสรุปเพื่อนำไปตัดสินใจ	- การกำหนดและตั้งสมมติฐาน - ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล	- ประเมินทางเลือกและยุทธวิธีแก้ปัญหา	- ตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ/แก้ปัญหา	- ตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา
	- การแก้ปัญหาหรือการลงข้อสรุป		- แก้ปัญหา				- การแก้ปัญหา	- ดำเนินการแก้ปัญหา	- ดำเนินการแก้ปัญหา
- สรุปอย่างสมเหตุสมผล		- การประเมินความน่าเชื่อถือของคำตอบ	- วิเคราะห์ผลลัพธ์	- การประเมินสรุปอ้างอิง		- ประเมินข้อสรุป		- สรุปและประเมินผล	- ประเมินผล

จากตาราง 5 แสดงการสังเคราะห์กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถสรุปความหมายของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ขั้นตอนหรือวิธีการ ที่ใช้ปัญหาเป็นสิ่งเร้าเริ่มต้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 พิจารณาประเด็นปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวม พิจารณาและจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นที่ 5 ประเมินผล โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 พิจารณาประเด็นปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นในการมองรายละเอียดของปัญหา โดยระบุปัญหา ประเด็นสำคัญของปัญหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด

ขั้นที่ 2 รวบรวม วิเคราะห์และจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา เป็นการแสวงหาข้อมูลต่าง ๆ (ความรู้ ทฤษฎี แนวทางหรือวิธีการ) ที่เกี่ยวข้อง อันจะเป็นประโยชน์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมพิจารณาความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล

ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นการสร้างข้อความเป็นไปได้จากการคาดคะเนผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในแต่ละแนวทาง และลงข้อสรุปในการเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล

ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ตัดสินใจ พร้อมตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอน

ขั้นที่ 5 ประเมินผล เป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์

1.2.3 แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

อุษณีย์ โพธิสุข (2537, น. 101-102) ได้เสนอแนวการสอนเพื่อให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง โดยให้นักเรียนศึกษาเรื่องชุมชนของตนเอง จัดให้นักเรียนได้ไปทัศนศึกษา หรือทดลองปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง
2. การทำวิจัย หรือการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง
3. การใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้นความคิด เช่น การพูดได้วาที การอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ เป็นต้น

4. การใช้สถานการณ์สมมติ เป็นกิจกรรมหรือวิธีสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่กระจ่างขึ้น และมองเห็นปัญหาที่เกิด รวมทั้งการพยายามคิดแนวทางในการแก้ปัญหา

5. ให้นักเรียนได้มีโอกาสในการนำเสนอผลงานให้ผู้อื่นฟัง

6. กิจกรรมกลุ่ม เป็นการระดมสมอง ระดมความคิด ไตร่ตรองความคิดของตนเองและกลุ่ม รวมถึงการพิจารณาอย่างมีเหตุผล

Henningsen & Stein (1997, pp. 524-549) ได้สรุปว่า สถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ควรสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์
2. ผู้เรียนมีความสนใจในการลงมือปฏิบัติจากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

3. มีวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย นำเสนอได้หลายแบบ มีหลายคำตอบ

4. เปิดโอกาสให้มีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้มากที่สุด

5. คำนึงถึงระดับความสามารถและความรู้เดิมของนักเรียน

วรณีพิฎ พันธ์หนองหว่า (2559, น. 43) กล่าวถึง สมุดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่อธิบายถึง วิธีการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ดีขึ้นว่า พวกเขาได้เรียนรู้อะไร นักเรียนใช้เหตุผลต่อการตัดสินใจอย่างแท้จริงต่อทุก ๆ แง่มุมทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1. สร้างกลยุทธ์เพื่อสร้างความรู้เชิงจำนวน และพื้นฐานความจริง

2. เลือกวิธีการสร้างปัญหา สำหรับให้นักเรียนอ่าน หาคำตอบ และดำเนินการ

หาคำตอบ

3. เลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด เพื่อแสดงสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และปรับเปลี่ยนถ้าจำเป็น

5. วิเคราะห์การตอบสนองของตนเอง และการถามว่า สิ่งนี้เป็นไปได้หรือไม่

6. สื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพ

7. เชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันของตนเอง และโลกที่กว้างไกล

ดังนั้น การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทำได้โดย เตรียมเงื่อนไข หรือ ข้อตกลงสำหรับให้นักเรียนสื่อสารกัน เพื่อสะท้อนความคิดร่วมกันจากคำตอบของปัญหาที่ได้ เงื่อนไขแรกสำหรับนักเรียน คือ นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดของตนเอง

แล้วต้องสามารถฟังเพื่อนร่วมชั้นอย่างตั้งใจ แสดงความคิดเห็นที่น่าสนใจ ส่งเสริมการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กระตุ้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และการเรียนรู้บนพื้นฐานของสถานการณ์จริง การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสร้างตัวตน และการสื่อสาร ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ทำให้นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ (วรณีพิฏ พันธ์หนองหว่า, 2559, น. 45)

สุคนธ์ สนิทพานนท์ (2555, น. 114-115) เสนอแนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้แก่ นักเรียน โดยผู้สอนมีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ผู้สอนควรปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างเป็นระบบ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์ ตีความหมายในรายละเอียดหรือข้อมูล รู้จักขยายผลหรือปรับสิ่งที่ได้จากการคิด เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนได้รู้ปัญหา แนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหบนพื้นฐานของข้อมูลต่าง ๆ โดยนำมาวิเคราะห์พิจารณาความน่าเชื่อถือก่อนการตัดสินใจ รวมถึงการฝึกให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ตนเองกระทำว่ามีเหตุผลอย่างไร
2. ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกล้าในการตัดสินใจด้วยตนเอง เปิดโอกาสในการพัฒนาการคิด ให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความรู้สึกและความคิดที่เป็นอิสระ ซึ่งผู้สอนอาจจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน เพื่อฝึกฝนและส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากประสบการณ์ตรง
3. ผู้สอนจัดทำสื่อการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เช่น หนังสือ E-Book บทความประเภทต่าง ๆ หนังสือพิมพ์ หรือนิตาน เป็นต้น จากนั้นผู้สอนอาจใช้คำถามฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณแก่ผู้เรียน เช่น เรื่องนี้คล้ายคลึงหรือแตกต่างกันอย่างไร
4. ผู้สอนฝึกให้ผู้เรียนมีการอภิปรายร่วมกันในหัวข้อต่าง ๆ จากเหตุการณ์ในปัจจุบัน ข้อมูลข่าวสาร ความคิดเห็นของบุคคล หรือบทความที่น่าสนใจ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการอภิปรายเชิงวิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์ รวมทั้งการลงข้อสรุป รับผิดชอบต่อความคิดเห็น รู้จักการอ้างอิงเหตุผล และประเมินความคิดเห็นของผู้อื่น
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักวางแผนการทำงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ โดยแนะนำให้ผู้เรียนวางเป้าหมาย วางแผนและตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงานว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมาย

หรือไม่ โดยมีข้อมูลหลักฐานในการพิจารณาตรวจสอบ อย่างมีเหตุมีผลประกอบการตัดสินใจ เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขหรือดำเนินงานตามแผน รวมทั้งรู้จักวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมตามแผนดำเนินงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ พร้อมทำการประเมินการดำเนินงานนั้น ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการทำงานนั่นเอง

มัทธนา พรหมรักษ์ (2556, น. 91) สรุปแนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของครูควรมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบกระบวนการจัดการเรียนการสอนจากการเรียนการสอนแบบปกติ โดยนำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เน้นกระบวนการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างเป็นระบบ เน้นการกระตุ้นความคิดของนักเรียน ใช้สื่อหรือกิจกรรมรูปแบบต่าง ๆ เช่น การใช้สถานการณ์สมมติ การระดมพลังสมอง การฝึกวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ตามกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

วัชรภา เสาะเรียนดี (2553, น. 31-32) ได้รวบรวมเทคนิคหรือยุทธวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. เทคนิค CATS (Classroom Assessment Techniques) เสนอวิธีสอนคิดด้วยวิธีการประเมินผลระหว่างเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการติดตาม เสริมสร้าง และพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการให้ผู้เรียนแสดงตอบคำถามเชิงพรรณนาจากอธิบายคำถามนั้นสั้น ๆ เช่น สิ่งสำคัญที่สุดที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ในวันนี้คืออะไร เรื่องที่เรียนมีอะไรบ้าง ผู้เรียนเกิดข้อคิดขัดหรือข้อสงสัยใดบ้าง โดยผู้สอนจะทำการเลือกคำตอบของผู้เรียนบางคนและนำมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

2. เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning Strategies) เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่จะส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเรียนรู้ มีส่วนร่วมและมีความพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายนั้น ผ่านการแสดงความคิดเห็น โดยการสนับสนุนให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้สอนกับผู้เรียน อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อยอีกด้วย

3. เทคนิคกรณีศึกษาและการอภิปราย (Case Study/Discussion Method) เทคนิคนี้ควรเริ่มต้นโดยผู้สอนนำเสนอกรณีหรือสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียน โดยไม่มีการสรุปปัญหาท่อน ให้ผู้เรียนเตรียมคำถามเพื่อร่วมกันอภิปราย ทั้งนี้ผู้สอนจะเป็นผู้นำการอภิปรายและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสรุปแต่ละกรณี

4. เทคนิคการใช้คำถาม (Using Question) เป็นการใช้คำถามเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ ดังนี้

4.1 ผลัดกันถามและตอบคำถามจากเรื่องที่เรียน หลังจากการบรรยาย ผู้สอนจะตั้งคำถามนำ เช่น จุดแข็งและจุดอ่อนของเรื่องที่เรียนคืออะไรบ้าง ข้อดีและข้อเสียจากเรื่องที่เรียนมีอะไรบ้าง นอกจากนี้ผู้สอนควรเลือกคำถามที่สนใจมากที่สุดมาอภิปราย

4.2 คำถามจากผู้อ่าน (Reader's Questions) ให้ผู้เรียนตั้งคำถามจากเรื่องที่อ่าน พร้อมส่งผู้สอนก่อนเรียนเรื่องต่อไป โดยผู้สอนสามารถเลือกคำถามที่น่าสนใจหรือเป็นประโยชน์เพื่อนำมาอภิปรายในชั้นเรียน

4.3 วิเคราะห์บทสนทนา (Written Dialogues) จัดกลุ่มผู้เรียนประมาณ 3-4 คน ให้แสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันผ่านบทสนทนาที่ผู้สอนเตรียมไว้ในตอนแรก โดยผู้สอนพยายามมองหาหลักฐานสำคัญ หลักการตีความ การให้เหตุผล ว่าเหตุผลใดไม่ถูกต้องหรือไม่ตรงตามความเป็นจริงจากบทสนทนา พร้อมให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ถศราระว่าแนวคิดใดเป็นความจริงมากที่สุด

4.4 การแสดงบทบาทต่าง ๆ ของสมาชิกกลุ่ม (Spontaneous Group Dialogue) โดยการจัดกลุ่มนักเรียนกลุ่มหนึ่งให้แสดงบทบาทเป็นผู้นำ ผู้ให้ข้อมูล ผู้ขอความเห็น ผู้โต้แย้ง กำหนดผู้สังเกตเพื่อทำหน้าที่ของแต่ละคนและนำสู่การอภิปรายภายหลัง

1.2.4 การวัดประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Facione & Facione (1992) สร้างแบบทดสอบ The California Critical Thinking Disposition Inventory เป็นแบบวัดการแสดงออกทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบหลายตัวเลือก ทั้งหมด 7 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การค้นหาข้อเท็จจริงจากข้อมูล เพื่อทำให้ปัญหากระจ่างขึ้น เป็นการสร้างความเข้าใจในทุกสถานการณ์ที่พบเจอโดยใช้เหตุผลและหลักฐานที่มีอยู่ เป็นผู้ที่มิได้สนใจในรายละเอียดอย่างตรงไปตรงมา ไม่มีอคติหรือความคิดล่วงหน้าอย่างไม่มีเหตุผล

2. การเปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยเป็นผู้ที่มีลักษณะใจกว้าง อดทนรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง เพราะทุกคนล้วนมีความเชื่อจากมุมมองของตนเองเป็นหลัก ซึ่งนับเป็นการสร้างความสามัคคีในสังคม

3. การวิเคราะห์ เป็นการเตรียมความพร้อมกับสิ่งที่จะเกิดขึ้น ทั้งแง่ดีและไม่ดีของผลลัพธ์ที่ตามมาจากเหตุการณ์ ตัวเลือก โครงการ หรือแผนงาน

4. การทำงานอย่างเป็นระบบ เป็นการเข้าถึงปัญหาอย่างเป็นระเบียบ เป็นระบบ หรือเป็นขั้นตอน

5. ความมั่นใจอย่างมีเหตุผล เป็นการเชื่อใจหลังจากที่ได้คิดไตร่ตรองแล้ว
นำไปสู่การแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจ

6. ความอยากรู้อยากเห็น เป็นความต้องการอยากรู้บางสิ่ง แม้ว่าสิ่งที่ยากรู้
จะเกิดหรือไม่เกิดประโยชน์ที่ชัดเจนหรือไม่ชัดเจนในทันที ซึ่งนับเป็นความกระตือรือร้นที่จะรับ
ความรู้หรือสิ่งใหม่ ๆ

7. วุฒิภาวะในการตัดสินใจ เป็นความสามารถในการเห็นความซับซ้อนของ
ปัญหาและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาในกรณีที่มีแนวทางที่หลากหลาย แม้ว่าจะมี
ความรู้ไม่เพียงพอก็ตาม

Watson & Glaser (2002, pp. 10-15) พัฒนาแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
นั่นคือ Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal (W-GTCA) โดยแบบทดสอบมีการพัฒนา
อย่างต่อเนื่อง และเผยแพร่ฉบับล่าสุดในปี ค.ศ. 2011 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ถึงวัยผู้ใหญ่ ในแบบทดสอบจะประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย จำนวน 80 ข้อ ใช้เวลาในการ
สอบ 50 นาที โดยมีรายละเอียดในแบบทดสอบ ดังนี้

1. ความสามารถในการสรุปอ้างอิง (Inference) เป็นการวัดความสามารถใน
การตัดสินใจ จากการสังเกต คาดคะเนความจริง คาดการณ์ความน่าจะเป็นของข้อสรุป ว่าข้อสรุป
ใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ โดยมีการกำหนดสถานการณ์ให้ และมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3-5 ข้อสรุป
จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาและตัดสินใจว่า ข้อสรุปเป็นเช่นใด โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก ดังนี้

T - True ถ้าคิดว่าข้อสรุปนั้นเป็นจริงแน่นอน

PT – Probability True ถ้าคิดว่าข้อสรุปนั้นอาจเป็นจริง คือมีแนวโน้ม
จะเป็นจริงมากกว่าเป็นเท็จ

ID – Insufficient Data ถ้าคิดว่าข้อมูลไม่เพียงพอ คือจากข้อเท็จจริงที่ให้
มาไม่สามารถบอกได้ว่า ข้อสรุปเป็นจริงหรือเป็นเท็จ

PF - Probability False ถ้าคิดว่าข้อสรุปอาจเป็นเท็จ คือมีแนวโน้มจะเป็น
เท็จมากกว่าเป็นจริง

F – False ถ้าคิดว่าข้อสรุปเป็นเท็จแน่นอน

2. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption)
เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นหรือข้อใดไม่เป็น
ข้อตกลงเบื้องต้น ลักษณะของข้อสอบจะเป็นการกำหนดสถานการณ์มาให้ และมีข้อความตามมา

2-3 ข้อความ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อความที่ตามมานั้น ข้อใดเป็นหรือไม่เป็น ข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ พิจารณาข้อสรุปว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ ถ้าสมเหตุสมผลตอบใช่ (Yes) ถ้าไม่สมเหตุสมผลตอบไม่ (No)

4. การตีความจากข้อมูล (Interpreting Information) เป็นการวัดความสามารถในการให้นำนักข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตัดสินใจความเป็นไปได้ของข้อสรุป โดยในแบบวัดประกอบด้วย ข้อความที่สมมติว่าข้อความที่ให้มานั้นเป็นจริง และตอบคำถามว่าแต่ละข้อสรุปใช่หรือไม่ใช่ โดยข้อสรุปเป็นไปตามข้อความที่ให้มาอย่างมีเหตุผล แม้ว่าจะมีความสำคัญหรือไม่มีความสำคัญก็ตามให้ตอบ Yes แต่ถ้าข้อสรุปไม่เป็นไปตามที่ให้มาให้ตอบ No

5. การประเมินข้อสรุป (Evaluation of Arguments) เป็นการตัดสินข้อสรุปจากคำถามที่กำหนดให้ ถ้าข้อสรุปมีความสำคัญและสอดคล้องโดยตรงกับคำถาม จะเป็นข้อสรุปที่ดีให้ตอบ Strong แต่ถ้าข้อสรุปไม่สอดคล้องกับข้อคำถามแม้ว่าจะมีความสำคัญก็ตาม จะเป็นข้อสรุปที่ไม่ดีให้ตอบ Weak

Ennis (1985) ได้พัฒนาแบบทดสอบ Cornell Critical Thinking Test: Level X and Z โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบทดสอบ Cornell Critical Thinking Test: Level X ใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึง ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยวัดองค์ประกอบของความสามารถทางการคิด 4 ด้าน ดังนี้

1.1 ด้านความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption Identification) เป็นความสามารถในการพิจารณา ประเมิน ตัดสินว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น นั่นคือต้องเป็นข้อความที่เกิดขึ้นก่อนข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือและมีความสมเหตุสมผล

1.2 ด้านความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการหาข้อสรุปจากประโยคอ้าง หรือสถานการณ์เฉพาะที่กำหนด โดยอาศัยเหตุผลจากส่วนใหญ่ไปสู่ส่วนย่อย ซึ่งข้อสรุปที่ได้ต้องมีความสมเหตุสมผล

1.3 ด้านความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต (Credibility of Source and Observation) เป็นความสามารถในการพิจารณา

ประเมิน ตัดสินความถูกต้องนำเชื่อถือของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อความ คำกล่าว รายงาน จากการสังเกตของบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

1.4 ด้านความสามารถในการอุปนัย (Induction) เป็นความสามารถในการพิจารณา ประเมิน ตัดสินใจว่าข้อสรุปหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้สนับสนุน คัดค้าน ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ เป็นข้อสังเกต หรือเป็นข้อความที่กำหนดให้

2. แบบทดสอบ Cornell Critical Thinking Test: Level Z ใช้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จนถึงผู้ใหญ่ จำนวน 52 ข้อ โดยเป็นการวัดองค์ประกอบของการคิด 7 ด้าน ได้แก่ การนิรนัย การให้ความหมาย ความน่าเชื่อถือของข้อมูล การสรุปโดยอ้างเหตุผลที่สนับสนุนด้วยข้อมูล การสรุปการทดสอบสมมติฐานและการทำนาย การนิยามและการใช้เหตุผลที่ไม่ปรากฏ และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

นอกจากนี้ ลดาร์ตัน สจววรรณ (2553, น. 113-114) ระบุเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ดังตาราง 6

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของลดาร์ตัน สจววรรณ

คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
5	สามารถแปลงสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นกราฟ ระบุปัญหา จำแนกข้อเท็จจริงและความคิดเห็น ตั้งสมมติฐาน และสามารถสรุปข้อความ/สถานการณ์นั้น ๆ ได้ถูกต้องชัดเจน
4	สามารถแปลงสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นกราฟ ระบุปัญหา จำแนกข้อเท็จจริงและความคิดเห็น และตั้งสมมติฐานของข้อความ/สถานการณ์นั้น ๆ ได้ถูกต้องชัดเจน
3	สามารถแปลงสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นกราฟ ระบุปัญหา และจำแนกข้อเท็จจริงและความคิดเห็น ของข้อความ/สถานการณ์นั้น ๆ ได้ถูกต้องชัดเจน
2	สามารถแปลงสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นกราฟ และระบุปัญหาของข้อความ/สถานการณ์นั้น ๆ ได้ถูกต้องชัดเจน
1	สามารถแปลงสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นกราฟได้
0	ไม่มีร่องรอยในการทำแบบทดสอบ

สุชาติ ไชยวัฒน์ (2556, น. 26-28) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 5 ด้านมีคะแนนด้านละ 4 คะแนน ดังตาราง 7-13

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการระบุปัญหา (ความกระจ่างชัดเบื้องต้น)

คะแนน	ด้านการระบุปัญหา (ความกระจ่างชัดเบื้องต้น)
4	ระบุงค์ประกอบที่จำเป็นของข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ได้ชัดเจนและถูกต้อง
3	ระบุงค์ประกอบที่จำเป็นของข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ได้ชัดเจนและถูกต้องบางส่วน
2	ระบุงค์ประกอบที่จำเป็นของข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ได้ไม่ชัดเจนและถูกต้องบางส่วน
1	ระบุงค์ประกอบที่จำเป็นของข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงจากเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ได้ไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการระบุข้อมูล

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการนิยามปัญหา (ความกระจ่างในเชิงลึก)

คะแนน	ด้านการนิยามปัญหา (ความกระจ่างในเชิงลึก)
4	สามารถระบุกรอบประเด็นปัญหาได้ชัดเจนและถูกต้อง ครบถ้วน
3	สามารถระบุกรอบประเด็นปัญหาได้ชัดเจนและถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนประเด็น
2	สามารถระบุกรอบประเด็นปัญหาได้ไม่ชัดเจนแต่มีบางส่วนถูกต้อง
1	สามารถระบุกรอบประเด็นปัญหาได้ไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการระบุข้อมูล

ตาราง 9 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการนิยามปัญหา (ความกระจ่างในเชิงลึก)

คะแนน	แนวทางการแก้ปัญหา ในด้านการนิยามปัญหา (ความกระจ่างในเชิงลึก)
4	สามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ถูกต้องและมีเหตุผล
3	สามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ถูกต้องบางส่วนและมีเหตุผล
2	สามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ไม่ถูกต้องแต่มีเหตุผล
1	สามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาได้ไม่หลากหลาย ไม่ถูกต้องและไม่มีเหตุผล
0	ไม่มีการระบุข้อมูล

ตาราง 10 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการสำรวจปัญหา (อุปนัย)

คะแนน	ด้านการสำรวจปัญหา (อุปนัย)
4	นำข้อมูล หรือความรู้มาสร้างข้อความคาดเดาหรือข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีเหตุผล
3	นำข้อมูล หรือความรู้มาสร้างข้อความคาดเดาหรือข้อสรุปได้อย่างถูกต้องบางส่วน คือมีส่วนที่ถูกและผิด แต่ถูกมากกว่าผิด
2	นำข้อมูล หรือความรู้มาสร้างข้อความคาดเดาหรือข้อสรุปได้อย่างถูกต้องบางส่วน คือมีส่วนที่ถูกและผิด แต่ถูกผิดพอ ๆ กัน
1	นำข้อมูล หรือความรู้มาสร้างข้อความคาดเดาหรือข้อสรุปได้ถูกต้องบางส่วน คือมีทั้งส่วนที่ถูกและผิด แต่ผิดมากกว่าถูก หรือข้อความคาดเดาที่ถูกต้องแต่ไม่มีการอ้างอิงถึงข้อมูล
0	ไม่มีการระบุข้อมูล

ตาราง 11 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการสำรวจปัญหา (นิรนัย)

คะแนน	ด้านการสำรวจปัญหา (นิรนัย)
4	แสดงเหตุผลหรือหลักฐานเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือวิธีการครบและถูกต้อง
3	แสดงเหตุผลหรือหลักฐานเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือวิธีการมากและถูกต้อง
2	แสดงเหตุผลหรือหลักฐานเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือวิธีการน้อยและถูกต้อง
1	แสดงเหตุผลหรือหลักฐานเกี่ยวกับผลลัพธ์หรือวิธีการน้อยและผิด หรือไม่แสดงเหตุผล
0	ไม่มีการระบุข้อมูล

ตาราง 12 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการประเมินผล/ประยุกต์ใช้ปัญหา (การตัดสินใจ)

คะแนน	ด้านการประเมิน/ประยุกต์ใช้ปัญหา (การตัดสินใจ)
4	สรุปคำตอบ ตามข้อมูล ความรู้ และหลักฐานที่มี ได้อย่างถูกต้อง
3	สรุปคำตอบ ตามข้อมูล ความรู้ และหลักฐานที่มีบางส่วน ได้อย่างถูกต้อง
2	สรุปคำตอบ โดยใช้ความคิดเห็นส่วนตัว ได้ถูกต้อง
1	สรุปคำตอบ โดยใช้ความคิดเห็นส่วนตัว ไม่ถูกต้องหรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง
0	ไม่มีการระบุข้อมูล

ตาราง 13 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการบูรณาการปัญหา (การสร้างกลยุทธ์)

คะแนน	ด้านการบูรณาการปัญหา (การสร้างกลยุทธ์)
4	นำแนวทางหรือกลยุทธ์จากความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลายและมีเหตุผล
3	นำแนวทางหรือกลยุทธ์จากความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลายแต่ไม่มีเหตุผล
2	นำแนวทางหรือกลยุทธ์จากความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้ไม่หลากหลายและมีเหตุผล
1	นำแนวทางหรือกลยุทธ์จากความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้ไม่หลากหลาย แต่ไม่มีเหตุผล
0	ไม่มีการระบุข้อมูล

จากการวัดประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีทั้งรูปแบบเลือกตอบ และการตอบแบบอัตนัยซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Score) นอกจากนี้การประเมินจะขึ้นอยู่กับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในแต่ละด้าน ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์และสรุปตัวชี้วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณข้างต้น เพื่อเป็นแนวทางในการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณในหัวข้อถัดไป แสดงดังตาราง 14

ตาราง 14 ตัวชี้วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	ตัวชี้วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย
ขั้นที่ 1 พิจารณาประเด็นปัญหา	- ระบุข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สถานการณ์ปัญหากำหนด - ระบุประเด็นปัญหา
ขั้นที่ 2 รวบรวม วิเคราะห์ และจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา	- รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (ความรู้ ทฤษฎี แนวทาง หรือวิธีการ) เพื่อนำมาเป็นแนวทางการแก้ปัญหา - จัดประเภทของข้อมูล (ข้อเท็จจริงหรือข้อคิดเห็น) - พิจารณาความถูกต้อง ความเพียงพอ และความน่าเชื่อถือของแหล่งของข้อมูล
ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา	- สร้างข้อความ โดยการคาดคะเนผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในแต่ละแนวทางกับข้อมูลข้างต้น - ระบุเหตุผลในการเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล
ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา	- สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้โดยมีการตรวจสอบทีละขั้นตอนให้ถูกต้อง
ขั้นที่ 5 ประเมินผล	- ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ - ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์

1.3 การแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ

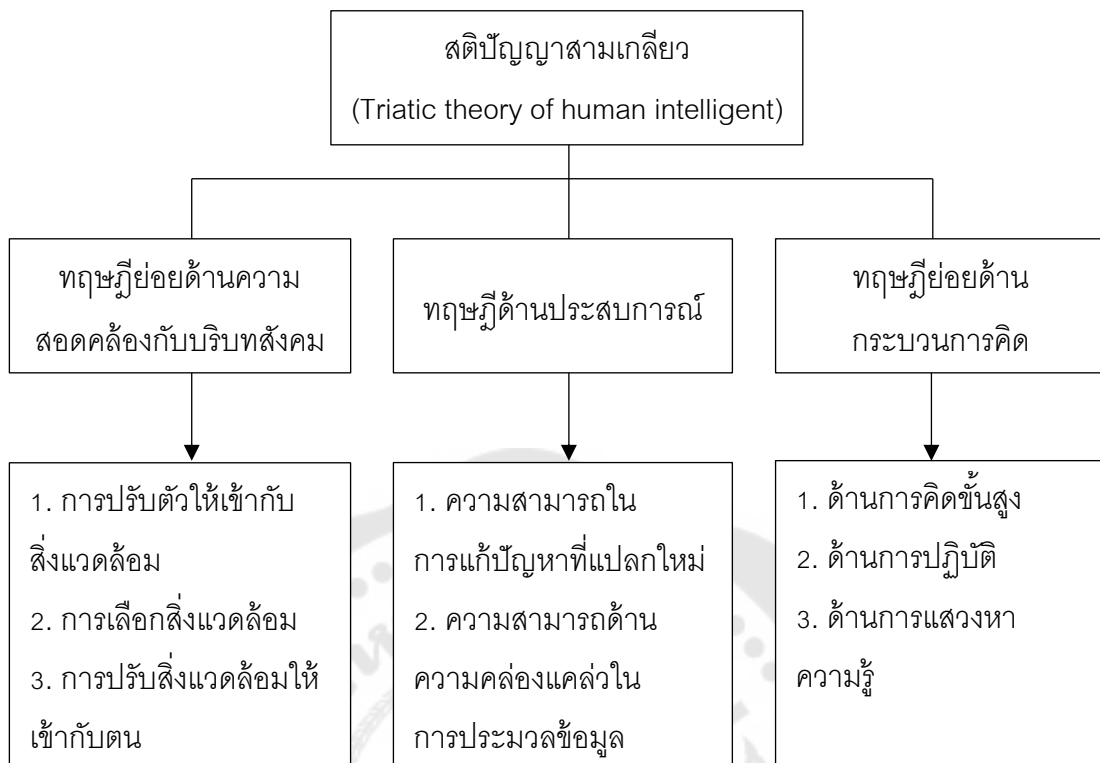
การแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการบูรณาการการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญห ซึ่งนับเป็นกิจกรรมทางความคิดที่มีจุดมุ่งหมายให้บรรลุในการแก้ปัญห ด้วยความคิดที่ผ่านการพิจารณาไตร่ตรองอย่างละเอียด รอบคอบ มีระบบและถูกต้อง ซึ่งถือว่าการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณนับเป็นการส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3.1 ความเกี่ยวเนื่องของการแก้ปัญหและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญห และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทำให้กล่าวได้ว่า การแก้ปัญหและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ถือเป็นการคิดที่อยู่ในกลุ่มระดับสูงที่สามารถพัฒนาขึ้นได้จากการเรียนรู้และฝึกฝน ซึ่งการแก้ปัญหและการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีส่วนที่เหมือนหรือคล้ายกัน โดยนักการศึกษา นักวิชาการ หรือนักวิจัยหลายท่านกล่าวถึงความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

Bloom (1972) กล่าวว่า การแก้ปัญหและการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดที่อยู่ในกลุ่มของการคิดระดับสูง ซึ่งการคิดถือเป็นส่วนสำคัญของการแก้ปัญห โดยเฉพาะปัญหาที่มีความซับซ้อนยิ่งมีความจำเป็นต้องใช้กระบวนการคิดระดับที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ Paul (1992) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญห คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญห และการแก้ปัญหส่วนใหญ่ต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Sternberg (1985) เสนอทฤษฎีเซาว์ปัญญาสามเกลียว (Triatic theory of human intelligent) โดยอธิบายความสามารถทางปัญญาผ่าน 3 ทฤษฎีย่อย ประกอบด้วย 1) ทฤษฎีย่อยด้านความสอดคล้องกับบริบทสังคม (Contextual subtheory) 2) ทฤษฎีด้านประสบการณ์ (Exepriential subtheory) และ 3) ทฤษฎีย่อยด้านกระบวนการคิด (Componential subtheory) ซึ่งสามารถอธิบายองค์ประกอบและความสามารถทางสติปัญญาที่เกิดขึ้นในด้านต่างๆ ดังโครงสร้างตามทฤษฎีเซาว์ปัญญาสามเกลียว ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 โครงสร้างตามทฤษฎีเชาว์ปัญญาสามเกลียว

จากแนวคิดตามทฤษฎีเชาว์ปัญญาสามเกลียวของ Sternberg ได้ระบุทฤษฎีย่อยด้านกระบวนการคิด ว่าเป็นกลไกที่อยู่เบื้องหลังพฤติกรรมทางปัญญา และเชื่อว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดที่อยู่ในส่วนของตัวควบคุม และเป็นการพิจารณาที่จะนำทักษะการคิดไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีรายละเอียดทฤษฎีย่อยด้านกระบวนการคิด ดังนี้

ทฤษฎีย่อยด้านกระบวนการคิด เป็นความสามารถทางเชาว์ปัญญาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด กระบวนการประมวลข้อมูล (Information-processing component) เป็นหน่วยพื้นฐานในการวิเคราะห์ถึงกลไก (Mechanism) ที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมทางปัญญา (Intelligence behavior) ซึ่งกระทำต่อโครงสร้างของสิ่งของหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในการรับรู้ ในวิธีของการส่งผ่านข้อมูลจากการรับรู้แนวความคิดหรือปรับเปลี่ยนจากแนวคิดหนึ่งเป็นอีกแนวคิดหนึ่ง นอกจากนี้องค์ประกอบของทฤษฎีย่อยด้านกระบวนการคิด จำแนกเป็น 3 ส่วนสำคัญ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. องค์ประกอบด้านการคิดขั้นสูง (Metacomponents) เป็นกระบวนการคิดสั่งการที่ใช้ในการวางแผนควบคุมการปฏิบัติงาน และออกคำสั่งไปยังองค์ประกอบทางความสามารถชนิดอื่น ๆ ว่าควรทำอย่างไรและมีปัญหาในการปฏิบัติงานอย่างไรบ้าง โดยตัดสินใจ

ว่าจะทำอย่างไรกับงานหรือปัญหานั้น เพื่อให้งานหรือปัญหานั้นดำเนินไปได้ถูกต้อง ทั้งนี้ องค์ประกอบด้านการคิดขั้นสูงประกอบด้วย 7 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

- 1.1 การระบุปัญหา (Problem identification)
- 1.2 การจำกัดความปัญหา (Definition of problem)
- 1.3 การสร้างกลวิธีในการแก้ปัญหา (Problem solving strategy)
- 1.4 การจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Organizing information)
- 1.5 การจัดสรรทรัพยากรที่ใช้ในการแก้ปัญหา (Allocation of resources)
- 1.6 การตรวจสอบการแก้ปัญหา (Monitoring problem solving)
- 1.7 การประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluation problem solving)

2. องค์ประกอบด้านการปฏิบัติ (Performance components)

เป็นกระบวนการลงมือปฏิบัติ หรือใช้กลวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาที่ผ่านการตัดสินใจใน องค์ประกอบด้านการคิดขั้นสูง สามารถกล่าวได้ว่า ทั้งองค์ประกอบด้านการคิดขั้นสูงและ องค์ประกอบด้านการปฏิบัติเป็นกระบวนการที่ควบคู่กัน หากคิดอย่างเดียวโดยไม่ลงมือปฏิบัติ ก็ไม่เกิดการแก้ปัญหา หรือหากปฏิบัติโดยไม่คิดก็ไม่เพียงพอ ทั้งนี้ องค์ประกอบด้านการปฏิบัติ จำแนกเป็นองค์ประกอบย่อย 3 ประการ ดังนี้

- 2.1 การเข้ารหัส (Encoding components)
- 2.2 การรวมและการเปรียบเทียบ (Combination and comparison components)
- 2.3 การตอบสนอง (Response component)

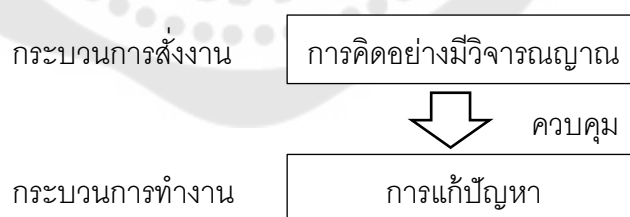
3. องค์ประกอบด้านการแสวงหาความรู้ (Knowledge acquisition components) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหา ความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งจำแนกออกเป็นองค์ประกอบย่อย 3 ประการ ดังนี้

- 3.1 การเลือกเข้ารหัส
- 3.2 การเลือกรวมข้อมูล
- 3.3 การเลือกเปรียบเทียบข้อมูล

นอกจากนี้ ทฤษฎีย่อยด้านประสบการณ์ เป็นการพิจารณาผลที่เกี่ยวกับ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ของบุคคลและองค์ประกอบในการประมวลผลข้อมูล กล่าวคือ เมื่อบุคคลเผชิญกับงานหรือสถานการณ์ต่าง ๆ แต่ละคนจะมีประสบการณ์ในเรื่องนี้ที่แตกต่างกัน ดังนั้น การแสดงออกของแต่ละบุคคลย่อมแตกต่างกัน ซึ่งสามารถจำแนกเป็น 2 ความสามารถย่อย

คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ และความสามารถด้านความคล่องในการประมวลข้อมูล สำหรับความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ เป็นความสามารถทางปัญญาที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดการเรียนรู้ในทศน์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาเนื่องจากบุคคลต้องใช้ในการประมวลข้อมูลที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการเรียนรู้สภาพการณ์ที่แปลกใหม่มีกระบวนการ 2 ประการ คือ การทำความเข้าใจในปัญหาและการดำเนินการแก้ปัญหาตามความเข้าใจ และเมื่อบุคคลเผชิญกับงานหรือสภาพการณ์เดิมหลาย ๆ ครั้ง จะเกิดความคุ้นเคยหรือเกิดความชำนาญ จนสามารถเป็นบุคคลที่คิดและแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

สำหรับนักวิชาการในประเทศไทย พิเชิต สนั่นเอื้อ (2542, น. 28) และ จิรันธนิน คงจีน (2560, น. 84) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า การแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณถือเป็นการคิดที่ต่างกัน แต่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องและจำเป็นต่อกัน โดยการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณต้องคำนึงถึงองค์ประกอบเฉพาะ ตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อ อะไรควรทำ แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นการจัดระบบระเบียบ ความรู้ ความคิด หรือข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา นั่นคือการแก้ปัญหาใด ๆ นั้น จำเป็นต้องผ่านกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั่นเอง นอกจากนี้ สุภัทรา ตันติวิทย์มาศ (2554, น. 46-47) กล่าวเพิ่มเติมว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการจัดการกับปัญหา ซึ่งอยู่ในส่วนของกระบวนการทำงาน เมื่อนำมาพัฒนาร่วมกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งอยู่ในกระบวนการสั่งงานที่ควบคุมกระบวนการทำงานในการแก้ปัญหา โดยแสดงผังแผนภาพองค์ประกอบกระบวนการคิด ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 องค์ประกอบกระบวนการคิด ของ สุภัทรา ตันติวิทย์มาศ

จากองค์ประกอบกระบวนการคิด ของ สุภัทรา ตันติวิทย์มาศ สามารถอธิบายได้ว่า กระบวนการคิดจะประกอบด้วยส่วนของกระบวนการควบคุมและกระบวนการทำงาน ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสั่งงาน ซึ่งเป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยขั้นตอนการคิดต่าง ๆ ที่มุ่งเน้นการคิดที่ผ่านการไตร่ตรอง รอบคอบ และลงสรุปอย่าง

สมเหตุสมผล และในสถานการณ์แก้ปัญหา เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทำงาน ซึ่งเน้นการปฏิบัติงานเพื่อขจัดปัญหาและบรรลุมิติวัตถุประสงค์ ดังนั้น การบูรณาการการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหา จึงเป็นการส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิดสำหรับแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์

ธีรวดี ถังบุตร (2552, น. 120) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสิ่งที่คิดหรือสถานการณ์ปัญหา โดยเริ่มที่ประเด็นที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือความไม่แน่ใจ โดยอาศัยความรู้ ความคิด และประสบการณ์ในการทำ ความเข้าใจปัญหา ที่ผ่านการรวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่ พิจารณาหลักฐานหรือข้อมูลที่ปรากฏ ประกอบกับการตัดสินใจเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล จะเห็นว่าการคิดอย่างมี วิจารณญาณจะเป็นส่วนเติมเต็มให้กับการแก้ปัญหาให้มีความสมบูรณ์ สมเหตุสมผล สอดคล้อง กับ พลกฤษ ตันติยานุกูล (2547, น. 41) ที่อธิบายถึงกระบวนการของการแก้ปัญหาและการคิด อย่างมีวิจารณญาณมีความคล้ายคลึงกันหลายขั้นตอน เช่น การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและการประเมิน ดังนั้นการฝึกการคิดอย่างมี วิจารณญาณเป็นส่วนที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ ดังนั้น บุคคลจะใช้ กระบวนการคิด พิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่ปรากฏก่อนการคิดยอมส่งผลให้ สามารถระบุสาเหตุปัญหาได้อย่างถูกต้อง ตรงประเด็นมากกว่าคนที่ไม่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (มยุรี หุ่นขำ, 2544, น. 123)

นอกจากนี้ มัญจวรรณ ลียุทธานนท์ (2559, น. 90) กล่าวว่า ขั้นตอนสำคัญ ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ คือความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการมอง ปัญหา ข้อเริ่มต้นจากปัญหาและจบท้ายการแก้ปัญหา แต่การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิด ที่ครอบคลุมมากกว่าการคิดแก้ปัญหาเฉพาะเรื่องและไม่จำเป็นต้องเริ่มที่ปัญหา อาจเริ่มจาก เรื่องทั่วไป แต่เน้นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคือการ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผ่านการพิจารณารับรู้อย่างดี จะไม่ ทำให้เกิดการผันแปรต่อคำตอบของปัญหานั้นได้ และการแก้ปัญหาคือการใช้การคิดอย่างมี วิจารณญาณเป็นหลัก ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้การแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกันและสามารถใช้ ร่วมกันได้

ความเกี่ยวเนื่องของการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ถือเป็นความคิดที่มีรูปแบบต่างกัน แต่มีความเกี่ยวเนื่องซึ่งกันและกัน เห็นได้จากกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีความคล้ายคลึงกันหลายขั้นตอน นอกจากนี้กระบวนการคิด ประกอบด้วย กระบวนการทำงานและกระบวนการสั่งงาน ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทำงานที่มุ่งเน้น การปฏิบัติเพื่อขจัดปัญหาและบรรลุวัตถุประสงค์ ส่วนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสั่งงาน มุ่งเน้นการคิดที่ผ่านการไตร่ตรอง รอบคอบ และลงข้อสรุปอย่าง สมเหตุสมผล ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นการส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิดสำหรับ แก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะฉะนั้น จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการบูรณาการ การแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างมีวิจารณญาณให้แก่นักเรียน เยาวชน และวงการการศึกษาต่อไป

1.3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษาความเกี่ยวเนื่องของการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ข้างต้น พบว่า การแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความคิดที่มีรูปแบบแตกต่างกัน แต่มีความสัมพันธ์กันอย่างมากและเป็นไปในทางบวกสำหรับการส่งเสริมให้เกิดกระบวนการ แก้ปัญหาที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ฉะนั้น การแก้ปัญหายังมีวิจารณญาณจึงเป็นทักษะที่รวมจุดเน้นของ การคิดทั้งสองรูปแบบ อันจะส่งผลให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการในการแก้ปัญหาที่ผ่าน การไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีระบบระเบียบ และถูกต้องสมบูรณ์

นอกจากนี้ สุภัทรา ตันตวิทย์มาศ (2554, น. 49) และ จิรัญนิน คงจีน (2560, น. 84) ให้ความหมายของการแก้ปัญหายังมีวิจารณญาณ ที่คล้ายกันว่า การแก้ปัญหายังมี วิจารณญาณ หมายถึง การแก้ปัญหาที่พิจารณา ไตร่ตรองข้อมูลอย่างรอบคอบ ในการตัดสินใจ ด้วยการประเมินข้อมูล จากความรู้ ประสบการณ์ และทักษะการคิดขั้นสูง เพื่อจัดการวางแผนใน การแก้ปัญหา ด้วยความรู้ ความคิดและประสบการณ์ได้อย่างถูกต้องและบรรลุวัตถุประสงค์

ดังนั้น การแก้ปัญหายังมีวิจารณญาณ หมายถึง การดำเนินการในการค้นหา ผลเฉลยและตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา โดยต้องใช้ความรู้หรือ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ตามขั้นตอนดังนี้ (1) การพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด (2) การวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางใน การแก้ปัญหายังมีวิจารณญาณ (3) การดำเนินการแก้ปัญหายังมีวิจารณญาณตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก และ (4) การตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์

1.3.3 กระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

ในส่วนแรกจากการสังเคราะห์เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนหรือวิธีการในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา เพื่อให้ในการค้นหาผลเฉลยของสถานการณ์ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน และ ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียน ระบุส่วนที่เป็นข้อมูล เงื่อนไข และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยการเขียน วาดภาพ แสดงเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยให้ผู้เรียนระบุ ความรู้หรือทฤษฎีที่ใช้ในการแก้ปัญหา สืบค้นข้อมูล หรือประเด็นที่เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องที่จะใช้ในแก้ปัญหาเพิ่มเติม กำหนดวิธีการหรือแนวทาง ในการแก้ปัญหา พร้อมลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามวิธีการหรือแนวทางที่ วางแผนไว้ในขั้นที่ 2 ทั้งนี้หากวิธีการหรือแนวทางที่วางแผนไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ผู้เรียน สามารถทำการวางแผนแก้ปัญหาใหม่ได้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล เป็นการพิจารณาความถูกต้อง และความสมเหตุสมผล ของคำตอบ

ส่วนต่อมา ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ขั้นตอนหรือวิธีการ ที่ใช้ปัญหาเป็นสิ่งที่เร้าเริ่มต้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 พิจารณาประเด็นปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวม พิจารณาและ จัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางใน การแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา และ ขั้นที่ 5 ประเมินผล โดยมีรายละเอียดในแต่ละ ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 พิจารณาประเด็นปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นในการมองรายละเอียดของ ปัญหา โดยระบุปัญหา ประเด็นสำคัญของปัญหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด

ขั้นที่ 2 รวบรวม วิเคราะห์และจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา เป็นการแสวงหาข้อมูลต่าง ๆ (ความรู้ ทฤษฎี แนวทางหรือวิธีการ) ที่เกี่ยวข้อง อันจะเป็นประโยชน์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมพิจารณาความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล

ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นการสร้างข้อความเป็นไปได้จากการคาดคะเนผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในแต่ละแนวทาง และลงข้อสรุปในการเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล

ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ตัดสินใจ พร้อมตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอน

ขั้นที่ 5 ประเมินผล เป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์

นอกจากนี้ สุภัทธา ตันติวิทย์มาศ (2554, น. 52-54) สรุปกระบวนการแก้ปัญหา อย่างมีวิจารณ์ญาณ แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหาและตั้งเป้าหมายของปัญหา เป็นการระบุปัญหา และตั้งเป้าหมายในการแก้ปัญหาด้วยการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น ทำความเข้าใจธรรมชาติและข้อจำกัดของปัญหา และตั้งเป้าหมายในการคลี่คลายปัญหาที่ต้องการ

ขั้นที่ 2 ประมวลข้อมูล ประกอบด้วย การพิจารณาข้อเท็จจริง ความน่าเชื่อถือ ความพอเพียงของข้อมูล แยกแยะข้อมูลและจัดหมวดหมู่ข้อมูล ในการลงข้อสรุปความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพื่อตัดสินใจนำมาสร้างทางเลือกหรือการนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ อย่างรอบคอบและสมเหตุสมผล

ขั้นที่ 3 วางแผนสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา เป็นการวางแผนสร้างทางเลือกที่หลากหลายที่จะสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นเป้าหมายในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 พิจารณาทางเลือก เป็นการนำทางเลือกแต่ละทางมาเข้ากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณว่าทางเลือกใดมีความเหมาะสม เกิดประโยชน์ บรรลุจุดมุ่งหมาย ด้วยการได้ตรง ประเมินอย่างรอบคอบถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้ทางเลือกนั้น ว่ามีความเหมาะสมเพียงพอหรือไม่ จากการเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดต่าง ๆ ของทางเลือก ที่ได้สร้างขึ้นเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 5 เลือกทางเลือกที่เหมาะสม จากการใช้หลักเหตุผล พิจารณาผลที่ตามมาได้ตรงและทบทวนอย่างรอบคอบ ทำการเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดมาวางแผนในการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยความรอบคอบผ่านกระบวนการได้ตรงอย่างสมเหตุสมผลแล้ว

ขั้นที่ 6 ดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง การดำเนินการแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบผลลัพธ์ว่าเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ของการแก้ปัญหาหรือไม่ หากไม่เป็นไปตามเป้าหมายจะต้องกลับไปทำความเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ และดำเนินการตามขั้นตอนอีกครั้ง

จิรันธิน คงจีน (2560, น. 85-87) ทำการสังเคราะห์และสรุปกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาหรือตั้งคำถาม โดยวิเคราะห์ปัญหา เรียงลำดับปัญหา บอกสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา จากข้อเท็จจริงตามสถานการณ์

ขั้นที่ 2 รวบรวม/จัดการข้อมูล โดยวิเคราะห์ จำแนก จัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวกับประเด็นปัญหา หรือข้อโต้แย้ง แล้วพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล ตัดสินใจเลือกข้อมูล

ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ เป็นการหาแนวทางแก้ปัญหา วิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมเป็นไปได้ และตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ ตามวิธีการที่ตัดสินใจและรวบรวมข้อมูล เพื่อสรุปผลการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

ขั้นที่ 5 ประเมินผลการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ ตรวจสอบผลโดยใช้เหตุผล ชั่งน้ำหนัก ผลดี ผลเสีย ตีความหมาย การอ้างอิง อธิบายความสัมพันธ์และนำผลการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน

จะเห็นว่า กระบวนการแก้ปัญหายังมีวิจารณญาณ เป็นการผนวกกันระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาที่มุ่งเน้นการปฏิบัติเพื่อขจัดปัญหาหรือบรรลุมิติประสงค์กับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มุ่งเน้นการคิดที่ผ่านการไตร่ตรอง รอบคอบ และลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ในการบูรณาการกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ที่เรียกว่า กระบวนการแก้ปัญหายังมีวิจารณญาณ โดยแสดงการสังเคราะห์กระบวนการดังตาราง 15

ตาราง 15 การสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

กระบวนการแก้ปัญหา	กระบวนการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	กระบวนการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณ
<p>1. ทำความเข้าใจ ปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นของการ แก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียน ระบุส่วนที่เป็นข้อมูล เงื่อนไข และสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบ โดยการ เขียน วาดภาพ แสดง เครื่องหมายหรือ สัญลักษณ์</p>	<p>1. พิจารณาประเด็น ปัญหา เป็นขั้นเริ่มต้นในการมอง รายละเอียดของปัญหา โดย ระบุปัญหา ประเด็นสำคัญ ของปัญหา ข้อมูลหรือ เงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด</p>	<p>1. พิจารณาประเด็นปัญหาอย่าง ละเอียด โดยวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ ปัญหา พร้อมระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมี ความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการ แก้ปัญหา ระบุความต้องการที่ แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และ ระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบ</p>

ตาราง 15 (ต่อ)

กระบวนการแก้ปัญหา	กระบวนการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	กระบวนการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณ
<p>2. วางแผนการแก้ปัญหาเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยให้ผู้เรียนระบุ ความรู้หรือ ทฤษฎีที่ใช้ในการแก้ปัญหา สืบค้นข้อมูลหรือประเด็นที่เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องที่จะใช้ในแก้ปัญหาเพิ่มเติม กำหนดวิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา</p>	<p>2. รวบรวม วิเคราะห์ และจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นการแสวงหาข้อมูลต่าง ๆ (ความรู้ ทฤษฎี แนวทางหรือวิธีการ) ที่เกี่ยวข้อง อันจะเป็นประโยชน์เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมพิจารณาความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล</p> <p>3. ตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาเป็นการสร้างข้อความที่เป็นไปได้จากการคาดคะเนผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในแต่ละแนวทาง และลงข้อสรุปในการเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล</p>	<p>2. วางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ</p> <p>โดยการระบุแผนการดำเนินการ ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูล พร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา ในกรณีที่นักเรียนระบุมากกว่า 1 แผนการดำเนินการ นักเรียนจะทำการเลือกพร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกแผนการนั้น การเลือกพร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกแนวทางนั้น</p>

ตาราง 15 (ต่อ)

กระบวนการแก้ปัญหา	กระบวนการคิดอย่างมี วิจารณญาณ	กระบวนการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณ
3. ดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตาม วิธีการหรือแนวทางที่ วางแผนไว้ในขั้นที่ 2	4. ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการลงมือปฏิบัติตาม แนวทางที่ตัดสินใจ พร้อมตรวจสอบความ ถูกต้องในแต่ละขั้นตอน	3. ดำเนินการแก้ปัญหามา แนวทางที่ตัดสินใจเลือก โดยการลงมือปฏิบัติตามที่วาง ไว้ในการแสดงคำตอบ พร้อมทั้ง ตรวจสอบความถูกต้องในการ แก้ปัญหาอยู่เสมอ
4. ตรวจสอบผลและ สรุปคำตอบ เป็นการพิจารณาความ ถูกต้อง และความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	5. ประเมินผล เป็นการตรวจสอบความ ถูกต้องและความ สมเหตุสมผลของผลลัพธ์	4. ตรวจสอบและปรับปรุง ผลลัพธ์ โดยการพิจารณาตรวจทานผลลัพธ์ และคำตอบกับเงื่อนไขและ ความต้องการที่แท้จริงของ สถานการณ์ปัญหา พร้อมปรับปรุง แก้ไขผลลัพธ์และคำตอบให้ถูกต้อง

จากการศึกษากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณของผู้วิจัย สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ขั้นตอนหรือวิธีการที่เป็นการบูรณาการกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) พิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด (2) วางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหอย่างรอบคอบ (3) ดำเนินการแก้ปัญหามาแนวทางที่ตัดสินใจเลือก และ (4) ตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์

1.3.4 การวัดประเมินผลความสามารถการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบขึ้นจากการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา จนสามารถสรุปตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาประกอบไปด้วย

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา
2. ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา
3. ความสามารถในการดำเนินการตามแผน
4. ความสามารถในการตรวจสอบผลและสรุปคำตอบ

ส่วนต่อมา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จนสามารถสรุปตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาประกอบไปด้วย

1. ความสามารถพิจารณาประเด็นปัญหา
2. ความสามารถในการรวบรวม วิเคราะห์และจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา
3. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา
5. ความสามารถในการประเมินผล

นอกจากนี้ สุภัทรา ตันติวิทย์มาศ (2554, น. 56) สรุปได้ว่า ตัวชี้วัดทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจและระบุปัญหา
2. ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา
3. ความสามารถในการพิจารณาข้อมูล
4. ความสามารถในการตั้งสมมติฐานเพื่อใช้ในการประเมินทางเลือกและเป้าหมาย
5. ความสามารถในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

โดย สุภัทธา ตันติวิทย์มาศ กำหนดแบบวัดที่มีลักษณะเป็นข้อคำถามสถานการณ์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตัวชี้วัดละ 6 ข้อ รวมจำนวนข้อคำถามทั้งสิ้น 30 ข้อ ให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

สำหรับ จิรันธนิน คงจิ้น (2560, น. 87-89) ประยุกต์ใช้แนวคิดการวัดความสามารถในการคิด มาสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ โดยเน้นการมองเห็นปัญหา การค้นหาวิธีการและการตัดสินใจเลือกวิธีการเพื่อแก้ปัญหา เมื่อพบเห็นปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ประกอบกับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ โดยกำหนดเป็นระดับพฤติกรรมที่สังเกตได้ และแบ่งระดับคะแนนพฤติกรรมในแต่ละชั้นออกเป็น 3 ระดับ แสดงเป็นเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

ระดับ 3 คะแนน หมายถึง มีพฤติกรรมแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับมาก

ระดับ 2 คะแนน หมายถึง มีพฤติกรรมแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 1 คะแนน หมายถึง มีพฤติกรรมแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับน้อย

โดย จิรันธนิน คงจิ้น แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณตามระดับคะแนนความสามารถในแต่ละกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ แสดงรายละเอียดดังตาราง 16

ตาราง 16 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของ จิรันถนิน คงจิ้น

กระบวนการแก้ปัญหา อย่างมีวิจารณญาณ	ระดับคะแนน ความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา หรือตั้งคำถาม	3 คะแนน	สามารถทำความเข้าใจปัญหาและระบุประเด็น ปัญหาที่ต้องการแก้ไขได้อย่างชัดเจน 4 ประเด็นขึ้นไป
	2 คะแนน	สามารถทำความเข้าใจปัญหาและระบุประเด็น ปัญหาที่ต้องการแก้ไขได้อย่างชัดเจน 2-3 ประเด็น
	1 คะแนน	สามารถทำความเข้าใจปัญหาและระบุประเด็น ปัญหาที่ต้องการแก้ไขได้อย่างชัดเจน 0-1 ประเด็น
ขั้นที่ 2 รวบรวม/ จัดการข้อมูล	3 คะแนน	ระบุลักษณะข้อมูล วิธีการเก็บ รวบรวมข้อมูลได้ 3 วิธี ขึ้นไป และประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความ น่าเชื่อถือ ความพอเพียงได้
	2 คะแนน	ระบุลักษณะข้อมูล วิธีการเก็บ รวบรวมข้อมูลได้ 2 วิธี และประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ ความพอเพียงได้
	1 คะแนน	ระบุลักษณะข้อมูล วิธีการเก็บ รวบรวมข้อมูลได้ 1-2 วิธี และประเมิน/ไม่ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ ความพอเพียงได้
ขั้นที่ 3 วางแผน แก้ปัญหาหรือคำตอบ	3 คะแนน	ระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 3 แนวทางขึ้นไป และประเมินทางเลือกได้โดยบอกข้อดี ข้อเสีย อย่างสมเหตุ สมผล
	2 คะแนน	ระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ 2 แนวทาง และ ประเมินทางเลือกได้โดยบอกข้อดี ข้อเสีย อย่างสม เหตุ สมผล
	1 คะแนน	ระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ 1-2 แนวทางขึ้นไป และประเมิน/ไม่ประเมินทางเลือกได้โดยบอกข้อดี ข้อเสีย อย่างสมเหตุ สมผล

ตาราง 16 (ต่อ)

กระบวนการแก้ปัญหา อย่างมีวิจารณญาณ	ระดับคะแนน ความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน
ขั้นที่ 4 ดำเนินการ แก้ปัญหาหรือหา คำตอบ	3 คะแนน	แก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม มีขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบอย่างชัดเจน สอดคล้องกับปัญหาหรือคำถาม
	2 คะแนน	แก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง มีขั้นตอน การแก้ปัญหาหรือหาคำตอบอย่างชัดเจน หรือ สอดคล้องกับปัญหาหรือคำถาม อย่างใดอย่างหนึ่ง
	1 คะแนน	แก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ไม่มีขั้นตอน การแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่ชัดเจน และ ไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือคำถาม
ขั้นที่ 5 ประเมินผล การแก้ปัญหาหรือหา คำตอบ	3 คะแนน	ระบุระดับคุณภาพได้ ครอบคลุม และสอดคล้องกับ การแก้ปัญหาหรือหาคำตอบชัดเจน
	2 คะแนน	ระบุระดับคุณภาพได้ ครอบคลุม และสอดคล้องกับ การแก้ปัญหาหรือหาคำตอบชัดเจน อย่างใด อย่างหนึ่ง
	1 คะแนน	ระบุระดับคุณภาพได้ แต่ไม่ครอบคลุม และไม่ สอดคล้องกับการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

อารยา ช่ออั้งชัย (2553, น. 137-140) สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคิด
แก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ ข้อละ 25 คะแนน โดยใช้เกณฑ์การให้
คะแนนตาม Rubric Score เพื่อวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ กำหนดคะแนน
ดังตาราง 17

ตาราง 17 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของ อารยา ช่ออั้งชัย

รายการประเมิน	เกณฑ์การวัดประเมิน
1. ระบุปัญหาได้ อย่างถูกต้อง ชัดเจน	5 หมายถึง ระบุปัญหาได้ชัดเจนถูกต้องทั้งหมด 4 หมายถึง ระบุปัญหาได้ชัดเจน 3 หมายถึง ระบุปัญหาได้แต่ไม่ชัดเจน 2 หมายถึง ระบุปัญหาได้บ้าง แต่ยังไม่ชัดเจน 1 หมายถึง ระบุปัญหาได้เล็กน้อย 0 หมายถึง ระบุปัญหาผิด ไม่ถูกต้อง
2. ระบุสาเหตุของ ปัญหาอย่าง รอบคอบและ ชัดเจน	5 หมายถึง ระบุสาเหตุของปัญหาได้เชื่อมโยงทำให้เกิดปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจนตั้งแต่ 5 ประเด็นขึ้นไป 4 หมายถึง ระบุสาเหตุของปัญหาได้เชื่อมโยงทำให้เกิดปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน 4 ประเด็น 3 หมายถึง ระบุสาเหตุของปัญหาได้เชื่อมโยงทำให้เกิดปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน 3 ประเด็น 2 หมายถึง ระบุสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน 2 ประเด็น 1 หมายถึง ระบุสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน 1 ประเด็น 0 หมายถึง ระบุสาเหตุปัญหา แหล่งที่มาของปัญหาไม่ได้
3. ระบุลักษณะ ข้อมูล วิธีการเก็บ รวบรวมข้อมูล และประเมินด้าน ความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และความ เพียงพอ	5 หมายถึง ระบุลักษณะข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ 5 วิธีขึ้นไป และ ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และความเพียงพอได้ทั้งหมด 4 หมายถึง ระบุลักษณะข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ 4 วิธี และประเมิน ข้อมูลด้านความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และความเพียงพอได้ทั้งหมด 3 หมายถึง ระบุลักษณะข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ 3 วิธี และประเมิน ข้อมูลด้านความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือ และความเพียงพอได้ทั้งหมด 2 หมายถึง ระบุลักษณะข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ 2 วิธี และประเมิน ข้อมูลได้ชัดเจนแต่ไม่ทั้งหมด 1 หมายถึง ระบุลักษณะข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ 1 วิธี และประเมิน ข้อมูลได้ 0 หมายถึง ไม่สามารถระบุวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และไม่สามารถประเมิน ข้อมูลได้

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์การวัดประเมิน
<p>4. ระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาและประเมินทางเลือกในด้านผลดีผลเสียอย่างสมเหตุสมผล</p>	<p>5 หมายถึง ระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 5 แนวทางขึ้นไป และประเมินทางเลือกได้ชัดเจนโดยบอกผลดีผลเสียอย่างสมเหตุสมผลได้ดีมาก</p> <p>4 หมายถึง ระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 4 แนวทางขึ้นไป และประเมินทางเลือกได้ชัดเจนโดยบอกผลดีผลเสียอย่างสมเหตุสมผลได้ดี</p> <p>3 หมายถึง ระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 3 แนวทางขึ้นไป และประเมินทางเลือกได้ชัดเจนโดยบอกผลดีผลเสียได้</p> <p>2 หมายถึง ระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 2 แนวทาง และประเมินทางเลือกได้ชัดเจนแต่ยังไม่ทั้งหมด</p> <p>1 หมายถึง ระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 1 แนวทาง และประเมินทางเลือกได้</p> <p>0 หมายถึง ไม่สามารถระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาและไม่สามารถประเมินทางเลือกได้</p>
<p>5. ตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล</p>	<p>5 หมายถึง ตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน สมเหตุสมผล</p> <p>4 หมายถึง ตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหตุผลดีแต่ยังไม่ชัดเจน</p> <p>3 หมายถึง ตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง มีเหตุผลประกอบเล็กน้อย ไม่ชัดเจน</p> <p>2 หมายถึง ตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาได้แต่บอกเหตุผลไม่ชัดเจน</p> <p>1 หมายถึง ตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหา แต่ไม่สามารถระบุเหตุผลได้</p> <p>0 หมายถึง ไม่สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในการแก้ปัญหาได้</p>

ทั้งนี้ อารยา ซ่ออั้งซัญ กำหนดระดับทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ดังตาราง 18

ตาราง 18 เกณฑ์การให้คะแนนระดับทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ของ อารยา ซ่ออั้งซัญ

เกณฑ์การให้คะแนน	ระดับทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ร้อยละ 80 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม	สูง
ร้อยละ 60-79 ของคะแนนเต็ม	ปานกลาง
ร้อยละ 50-59 ของคะแนนเต็ม	ต่ำ
น้อยกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม	ต่ำมากต้องปรับปรุง

จากการศึกษาการวัดประเมินผลข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ได้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ โดยพิจารณา 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด โดยวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา พร้อมระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งจำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
2. ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ โดยการระบุแผนการดำเนินการ ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูล พร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา ในกรณีที่นักเรียนระบุมากกว่า 1 แผนการดำเนินการ นักเรียนจะทำการเลือกพร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกแผนการนั้น
3. ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก โดยการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในการแสดงคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องในการแก้ปัญหาอยู่เสมอ
4. ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ โดยการพิจารณาตรวจทานผลลัพธ์และคำตอบกับเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา พร้อมปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์และคำตอบให้ถูกต้อง

นอกจากนี้ ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี
 วิจารณ์ญาณ แสดงดังตาราง 19

ตาราง 19 การสังเคราะห์ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณแต่ละด้าน

ตัวชี้วัดความสามารถใน การแก้ปัญหา	ตัวชี้วัดความสามารถในการ คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ	ตัวชี้วัดความสามารถใน การแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณ์ญาณ
<p>ด้านการทำความเข้าใจ ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์กำหนดเงื่อนไข อะไรบ้าง (เงื่อนไขที่ให้มา เพียงพอหรือไม่ ใช้ได้ หรือไม่) - โจทย์ต้องการทราบอะไร - แยกเงื่อนไขเป็นส่วน ต่าง ๆ 	<p>ด้านการพิจารณาประเด็น ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุข้อมูลหรือเงื่อนไขที่ สถานการณ์ปัญหากำหนด - ระบุประเด็นปัญหา 	<p>ด้านการพิจารณาประเด็น ปัญหาอย่างละเอียด</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่ง ที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา - ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือ มีความสำคัญหรือจำเป็นใน การแก้ปัญหา - ระบุความต้องการที่แท้จริง ของปัญหา - ระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

ตาราง 19 (ต่อ)

ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา	ตัวชี้วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
<p>ด้านการวางแผนแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุความรู้หรือทฤษฎีที่ใช้ในการแก้ปัญหา - สืบค้นข้อมูลหรือประเด็นที่เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องที่จะใช้ในแก้ปัญหา - กำหนดแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหา - ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ 	<p>ด้านการรวบรวม พิจารณา และจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (ความรู้ ทฤษฎี แนวทาง หรือวิธีการ) เพื่อนำมาเป็นแนวทางการแก้ปัญหา - จัดประเภทของข้อมูล (ข้อเท็จจริงหรือข้อคิดเห็น) - พิจารณาความถูกต้อง ความเพียงพอ และความน่าเชื่อถือของแหล่งของข้อมูล <p>ด้านการตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - สร้างข้อความ โดยการคาดคะเนผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นในแต่ละแนวทางกับข้อมูลข้างต้น - ระบุเหตุผลในการเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล 	<p>ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุแผนการดำเนินการที่ใช้ในการแก้ปัญหา - ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ - ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา - พิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา - อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา

ตาราง 19 (ต่อ)

ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา	ตัวชี้วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา - สามารถดำเนินการตามแผน โดยการตรวจสอบหรือพิสูจน์ที่ละชั้นว่าถูกต้อง	ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา - สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้โดยมีการตรวจสอบทีละชั้นตอนให้ถูกต้อง	ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก - สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ พร้อมตรวจสอบการแสดงผลลัพธ์หรือคำตอบให้ตรงตามเงื่อนไขอยู่เสมอ
ด้านตรวจสอบผล - ตรวจสอบผลลัพธ์ - พิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบได้	ด้านการประเมินผล - ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ - ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์	ด้านตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ - พิจารณาตรวจทานผลลัพธ์และคำตอบกับเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา - ปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์และคำตอบให้ถูกต้องตรงตามเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา

ตอนที่ 2 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

2.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการคิดเชิงออกแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2560, 2-1 - 2-8) กล่าวถึงความเป็นมาของการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) สรุปได้ดังนี้

การคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการคิดที่ได้รับความสนใจและถูกนำไปใช้ในหลายบริบท ไม่ว่าจะเป็นภาคธุรกิจ การศึกษา เศรษฐกิจ และสังคมอย่างกว้างขวาง แม้จะดูเหมือนว่าเป็นแนวคิดในรูปแบบใหม่ แต่อันจริงแล้ว การคิดเชิงออกแบบมีจุดเริ่มต้นอย่างชัดเจนตั้งแต่ในทศวรรษที่ 1960 ที่ผ่านการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน การคิดเชิงออกแบบจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในฐานะ เครื่องมือ วิธีการ หรือวิธีคิด ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ โดยกรอบบวิธีคิดและการใช้งานหลายอย่างล้วนเกิดขึ้นในช่วงเวลาใกล้เคียงกันในกลุ่มคนหลายกลุ่ม และในแวดวงอุตสาหกรรมที่หลากหลาย

ความเคลื่อนไหวในช่วงทศวรรษที่ 1960 เป็นจุดเริ่มต้นการถกเถียงทางแนวคิดที่เกี่ยวกับกระบวนการและวิธีวิทยา (process and methodology) ของการออกแบบ โดยมีนักคิดคนสำคัญในยุคนี้ประกอบด้วย Herbert A. Simon, Horst Rittel และ Victor Papanek ที่นำเสนอทฤษฎีรากฐานในการออกแบบที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. Herbert A. Simon “การออกแบบคือวิทยาศาสตร์”

หนังสือของ Herbert A. Simon ชื่อ “วิทยาศาสตร์และการประดิษฐ์ (The Sciences of the Artificial)” เขาได้วิเคราะห์ถึง โลกประดิษฐ์ที่มนุษย์ออกแบบ ได้อย่างลึกซึ้งครอบคลุมประเด็นตั้งแต่ด้านเศรษฐศาสตร์จนถึงจิตวิทยา รวมถึงอธิบายว่าการออกแบบคือกระบวนการที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในปัจจุบันให้เป็นที่น่าพึงพอใจยิ่งขึ้น และเขาเชื่อว่าโลกในปัจจุบันคือ ส่วนผสมของสิ่งประดิษฐ์และวัตถุถูกสร้างโดยมนุษย์

Simon กล่าวว่า มนุษย์รู้จักสิ่งประดิษฐ์ที่ยิ่งใหญ่ที่สุดคือ “สมองของมนุษย์” เขาเปรียบเทียบการทำงานของสมองกับคอมพิวเตอร์เพื่อจะนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า สมองมีลักษณะการทำงานแบบเดียวกับคอมพิวเตอร์ เนื่องจากไม่สามารถประมวลผลตัวแปรภายนอกซึ่งมีความซับซ้อนมากได้ทั้งหมด นอกจากนี้สิ่งที่ดีที่สุดที่มนุษย์สามารถทำได้คือ ทำการออกแบบเพื่อสร้างความพึงพอใจให้มนุษย์ โดย Simon เน้นว่าปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การออกแบบและการแก้ปัญหาใด ๆ ประสบความสำเร็จคือ ความเข้าใจที่ตรงกันของผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย และเป้าหมายของการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนจะเป็นลักษณะที่เปิดกว้างและสามารถพัฒนาได้เรื่อย ๆ ดังนั้นแล้วจึง

ไม่มีคำว่า “คำตอบสุดท้าย” ในกระบวนการออกแบบเพื่อสังคมและสิ่งแวดล้อม เขาเสนอว่า การสร้างสถานการณ์จำลองหรือตัวต้นแบบเป็นวิธีการเดียวที่จะทำให้ไปสู่ทางออกที่น่าพอใจที่สุด

2. Horst Rittel ผู้บัญญัติคำว่า “Wicked Problem (ปัญหาพยศ)”

Horst Rittel เป็นนักทฤษฎีการออกแบบชาวเยอรมัน และเป็นอาจารย์ที่ University of California, Berkeley เขาเป็นผู้บัญญัติคำว่า Wicked Problem ซึ่งหมายถึงปัญหาหรือโจทย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนเชิงรูปแบบ หรือมีฟังก์ชันมาก ๆ ปัญหาที่ไม่มีคำตอบที่แน่นอน หรือปัญหาไม่มีทางออกสุดท้ายที่แน่ชัด โดยการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ ให้แล้วเสร็จก็คือการแก้ปัญหาลำดับย่อย ๆ ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมดนี้ ไม่มีใครตัดสินได้แน่นอนว่า คำตอบใดถูกหรือคำตอบใดผิด ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับแนวคิดของ Simon ที่ว่า ไม่มีคำตอบสุดท้ายในกระบวนการออกแบบ ทั้งนี้ Rittel ไม่เชื่อว่า วิทยาศาสตร์สามารถแก้ปัญหาปลายเปิดที่มีความไม่แน่นอนสูงได้ ดังนั้น วิธีการแก้ปัญหาจำเป็นที่จะต้องมีความเฉพาะตัวมาก ๆ

3. Victor Papanek “อาจารย์คนแรกของการออกแบบเพื่อความยั่งยืน”

Victor Papanek เป็นนักออกแบบอุตสาหกรรมที่ทุ่มเทและผลักดันให้ งานออกแบบแสดงบทบาทในเชิงสังคมและสิ่งแวดล้อมมาอย่างยาวนาน หนังสือของเขา Design for the Real World: Human Ecology and Social Change ตีพิมพ์ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1972 ยังคงได้รับการยกย่องในฐานะสุดยอดตำราแห่งการออกแบบเพื่อความยั่งยืน ในหนังสือเล่มนี้ Papanek แสดงจุดยืนว่า โลกแห่งการออกแบบนั้นมีหน้าที่และความรับผิดชอบต่อสังคมเป็นประเด็นหลัก แต่ที่น่าเศร้าคือ บทบาทในเชิงจริยธรรมนี้กำลังถูกละเลยไป นักออกแบบส่วนมากอยู่กับ ความต้องการของผู้บริโภคเพียงชั่วคราวเท่านั้น ในขณะที่ความต้องการในระยะยาวกลับไม่มีใคร สนใจ นอกจากนี้หนังสือของ Papanek ยังแสดงทรรศนะต่อคำว่า นวัตกรรม (Innovation) ว่าหมายถึง ผลลัพธ์ของการทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย (Simplifying complexity) ซึ่งใน กระบวนการนี้จะต้องอาศัยทั้งประสบการณ์ องค์ความรู้ และสัญชาตญาณประกอบกัน โดย แนวคิดของ Papanek เหล่านี้ได้นำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ ๆ ทั้งทางด้าน Service Design, Human Centered, Design เป็นต้น

แนวคิดในยุคที่สอง (1980s-1990s) การค้นหาตัวตน หลังจากการเปลี่ยนแปลงทาง ความคิดในยุคเริ่มต้น (ในทศวรรษที่ 1970-1980) ทฤษฎีการออกแบบเริ่มเข้าสู่ช่วงของการ “ค้นหาตัวตน” โดยเริ่มมีการตั้งคำถามต่อแง่มุมเชิงลึกของการออกแบบ เช่น ความสร้างสรรค์คือ อะไร สัญชาตญาณสำคัญแค่ไหน และกระบวนการออกแบบมีความเป็นส่วนบุคคลแค่ไหน ฯลฯ โดยมีนักคิดคนสำคัญในยุคนี้ประกอบด้วย Nigel Cross, Richard Buchanan และ Ennis Schon

1. Nigel Cross “ผู้เชื่อมั่นในสัญชาตญาณ”

Nigel Cross เป็นนักการศึกษา นักวิชาการ และนักวิจัยเรื่องการออกแบบ Cross มองกระบวนการออกแบบว่าเป็นเรื่องของความพิเศษเฉพาะ สัญชาตญาณ และทักษะที่ไม่สามารถอธิบายเป็นคำพูดของแต่ละบุคคล เขาเชื่อว่างานออกแบบมีความเป็น งานฝีมือ ซึ่งสามารถดำรงอยู่ได้โดยอิสระ ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาทักษะความรู้แขนงอื่นใด ด้วยคำกล่าวที่ว่า เราเดินมาถึงจุดที่เรารู้ว่าการออกแบบไม่ใช่ภาพสะท้อนหรือผลผลิตของวิทยาศาสตร์ และในขณะเดียวกัน มันก็ไม่ใช่เรื่องของศิลปะที่ลึกลับหรืออธิบายไม่ได้ ดีไซน์มีเหตุผล มีวัฒนธรรม และมีวิถีของมันเอง ซึ่งนักออกแบบจะรู้ได้เองว่าจะอะไรคือสิ่งที่เขาต้องการรู้ และเขาจะรู้มันได้ด้วยวิธีการหรือหนทางใด

Cross เชื่อว่า นักออกแบบ คือหัวใจที่สำคัญที่สุดในกระบวนการออกแบบ เพราะมันสมองของนักออกแบบคือสิ่งที่กำหนดชะตาของงานออกแบบทั้งหมดได้ นี่คือนิวสัญชาตญาณเฉพาะบุคคลนั่นเอง แม้ Cross จะเชื่อในเรื่องสัญชาตญาณเป็นอย่างสูง แต่ในยุคต่อมาเขาก็เริ่มสังเกตเห็นว่า การก้าวกระโดดของความคิดสร้างสรรค์ (Creative Leap) นั้น ไม่ใช่สิ่งที่จะเป็นไปได้เลยสำหรับมนุษย์ที่ไม่ได้เกิดมาเพื่อเป็นนักออกแบบ เขาได้ค้นพบว่าแท้จริงแล้ว การคิดเชิงออกแบบเป็นเรื่องของการสร้างสะพานเชื่อมโยงความคิด (Creative bridges) ที่อาจจะอาศัยการหยิบยืมองค์ความรู้ และการคิดเชิงเปรียบเทียบ เข้ามาช่วยในการออกแบบได้เช่นกัน

2. Richard Buchanan “ผู้ทำให้คำว่า Wicked Problem เป็นที่รู้จักทั่วไป”

Richard Buchanan เป็นศาสตราจารย์ด้านการออกแบบ บริหาร และระบบจัดการข้อมูล Weather head of Management, Case Western Reserve University ในปี ค.ศ. 1992 เขามีงานเขียนเรื่อง “Wicked Problems in Design Thinking” ที่ช่วยผลักดันคำว่า “Wicked” และ “Design Thinking” เข้าสู่กระแสหลักของวัฒนธรรมการออกแบบในยุค Buchanan มีนักออกแบบคนหนึ่งติดต่อการผูกโยงงานออกแบบเข้ากับวิทยาศาสตร์ เขามีมุมมองต่อการคิดเชิงออกแบบว่าเป็นเหมือนศิลปศาสตร์ (Liberal Art) ที่สะท้อนให้เห็นถึงวัฒนธรรมร่วมสมัย และสามารถถูกใช้งานในฐานะข้อมูลเชิงลึก (Insight) สำหรับการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในสังคมได้ ทั้งนี้หนึ่งในสาเหตุสำคัญที่ทำให้งานเขียนของ Buchanan มีอิทธิพลอย่างมากในยุคนี้เป็นเพราะการที่เขาเชื่อมโยง Design Thinking เข้ากับเรื่องนวัตกรรม (Innovation) โดย Buchanan เชื่อว่า Design Thinking นั้นเป็นแนวคิดที่มีลักษณะสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) ซึ่งประกอบขึ้นจากศาสตร์ที่หลากหลาย และจะพบได้เสมอ ๆ ในการทำงาน ของศาสตร์ 4 ด้าน ดังตาราง 20

ตาราง 20 ศาสตร์ 4 ด้าน ตามข้อเสนอของ Buchanan

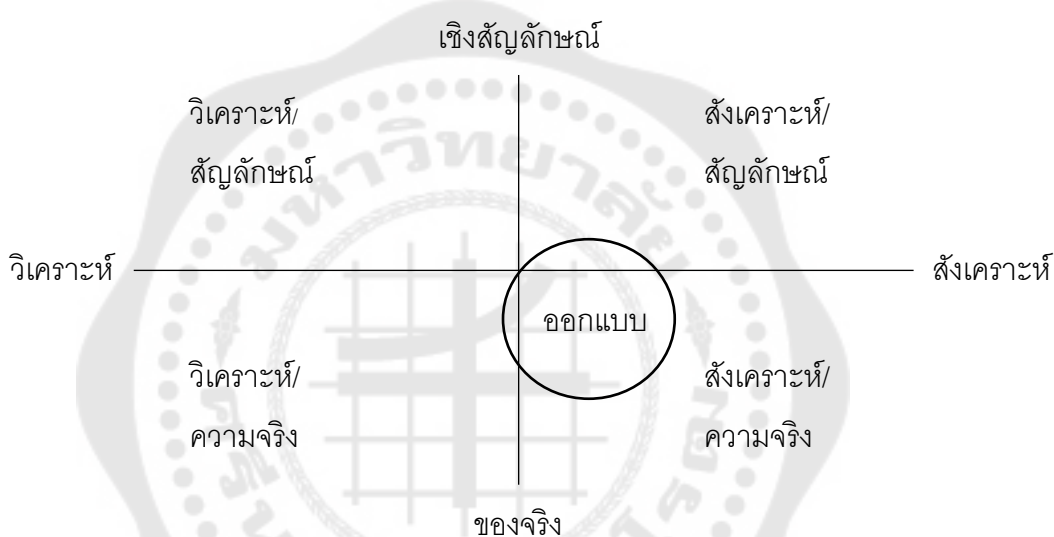
ศาสตร์ 4 ด้าน ตามข้อเสนอของ Buchanan	การออกแบบเชิงกราฟิกที่ปัจจุบัน
การสื่อสารเชิงสัญลักษณ์และภาพ (Symbolic & Visual Communication)	การออกแบบเชิงกราฟิก (Graphic Design)
การออกแบบสิ่งที่เป็นวัตถุ (Design of Material Objects)	การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design)
การจัดกิจกรรมและงานบริการ (Activities & Organized Service)	การออกแบบบริหาร (Service Design)
การออกแบบระบบหรือสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนของ การอยู่อาศัย การทำงาน การละเล่น และการเรียนรู้ (Design of Complex Systems or Environments for Living, Working, Playing and Learning)	การออกแบบนโยบาย/ผังเมือง (Policy/Urban Planning Design)

3. Donald Schon

Donald Schon เป็นนักปรัชญาและศาสตราจารย์ในสาขาการวางผังเมืองที่ Massachusetts Institute of Technology งานเขียน The Reflective Practitioner Schon ของเขาต่อต้านอย่างรุนแรงต่อแนวคิดที่ว่า “งานออกแบบจำเป็นต้องผูกโยงเข้ากับวิทยาศาสตร์เสมอ” Schon กล่าวชัดว่า ด้วยกระบวนการคิดและการอธิบายที่มีเหตุมีผลในตัวเอง งานออกแบบถือเป็นศาสตร์อีกประเภทหนึ่งซึ่งมีลักษณะเฉพาะ และไม่จำเป็นต้องขึ้นอยู่กับชุดความรู้อื่นใด นอกจากนี้ เขาอธิบายว่า “Problem setting” คือองค์ประกอบสำคัญที่จะผูกโยงกระบวนการออกแบบทั้งหมดเข้าด้วยกัน ซึ่งหากนักออกแบบให้ความสำคัญกับสิ่งนี้ ก็จะสามารถรู้ซึ่งถึงปัญหา และสามารถระบุวิธีการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เขากล่าวว่า “เมื่อใดที่โครงหรือบริบทมีความชัดเจนแน่นอน เมื่อนั้นทางออกหรือหนทางแก้ปัญหาก็จะปรากฏขึ้นเอง แต่ถ้าโครงหรือบริบทยังคงสับสนขัดแย้ง และไม่แน่นอน นั่นก็คือเรายังไม่มีข้อปัญหาจริง ๆ ให้แก้” จากข้อความข้างต้น Wicked Problem นั่นคือ ปัญหาที่ยังสับสน ขัดแย้ง และไม่มีทางออกอันแน่ชัดนั่นเอง

นอกจากนี้ Razzouk & Shute (2012, pp. 330-348) ทำการศึกษา การคิดเชิงออกแบบคืออะไรและการคิดเชิงออกแบบมีความสำคัญอย่างไร โดยกล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบคือกระบวนการวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์ที่เปิดโอกาสให้บุคคลได้ทดลอง สร้างแบบจำลอง

รวบรวมข้อเสนอแนะ และออกแบบใหม่ ซึ่งเป็นการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยเขาได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของการคิดเชิงออกแบบ มีเนื้อความโดยสรุปว่า ในหลาย ๆ สายงาน สามารถเปลี่ยนความรู้เป็นการกระทำได้ เช่น การสร้างชิ้นงาน และคนที่มีความคิดสร้างสรรค์สามารถแบ่งออกได้ 2 ลักษณะ คือ คนทำและคนค้นคว้า โดยทั้งสองลักษณะมีวิธีคิดที่ต่างกัน แต่เมื่อนำคนสองลักษณะมาผสมกันนี้คือธรรมชาติของการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งการออกแบบเป็นสื่อกลางในการคิดและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยสามารถอธิบายแนวคิดหลักของเนื้อหาและกระบวนการ แสดงดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แนวคิดหลักของเนื้อหาและกระบวนการออกแบบ

จากภาพประกอบ 8 สามารถอธิบายได้ว่า แกนด้านซ้ายเกี่ยวข้องกับการค้นหาหรือการค้นพบ แกนด้านขวาเกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ แกนด้านบนเป็นเชิงสัญลักษณ์หรือนามธรรม และแกนด้านล่างเป็นเรื่องของโลกจริงหรือสิ่งประดิษฐ์ นอกจากนี้ สำหรับจุดภาคที่ 1 (วิเคราะห์/สัญลักษณ์) เป็นการวิเคราะห์กระบวนการและเนื้อหาเชิงสัญลักษณ์ที่เป็นเชิงนามธรรมมากกว่าเรื่องจริง เช่น สาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์ จุดภาคที่ 2 (สังเคราะห์/สัญลักษณ์) เป็นส่วนของเนื้อหาเชิงสัญลักษณ์และกระบวนการสังเคราะห์อย่างกว้างขวาง เช่น สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกฎหมาย โดยเนื้อหาจะเกี่ยวกับนโยบายและความสัมพันธ์ทางสังคม จุดภาคที่ 3 (วิเคราะห์/ความจริง) เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความเป็นจริงและมีการวิเคราะห์กระบวนการเป็นอย่างมาก เช่น สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพของมนุษย์หรือเภสัช เป็นต้น สำหรับจุดภาคที่ 4 (สังเคราะห์/ความจริง) เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและกระบวนการสังเคราะห์เรื่องจริง เช่น สาขาวิชา

การออกแบบ จะเห็นว่าการออกแบบไม่ได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แต่มีความเกี่ยวข้องกับโลกภายนอกหรือความจริงที่อยู่รอบตัว การออกแบบจึงเป็นไปเพื่อตอบสนองความต้องการบางอย่าง ทั้งนี้ทั้งสี่จุดภาคมีความสำคัญสำหรับการศึกษานักเรียนเป็นอย่างมาก เพราะเราต้องการให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและสามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดค้น และแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงได้อย่างง่ายดาย

2.2 ความหมายของการคิดเชิงออกแบบ

Buchanan (1992, pp. 5-21) กล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบ เป็นแนวคิดที่ประกอบขึ้นมาจากสหสาขาวิชา เชื่อมโยงกันเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตมนุษย์ ได้แก่ 1) ปัญหาของการสื่อสาร การมองเห็น (Symbolic and visual communications or graphic design) 2) ปัญหาเกี่ยวกับงานวัสดุ (Material objects or industrial design) 3) ปัญหาทางด้านการให้บริการ (Activities and organizational services or service design) 4) ปัญหาด้านระบบและสิ่งแวดล้อม ความเป็นอยู่ การเรียนการสอน (Complex systems or environments for living or interaction design)

Nigel (2006) และ Waloszek (2012) มีความเห็นตรงกันว่า การคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่มีการเชื่อมโยงข้ามสาขาวิชา รวมถึงการคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ ทักษะความเชี่ยวชาญทางการปฏิบัติ (Practical Skills) องค์ความรู้ ประสบการณ์และความสามารถของผู้ที่มีความรู้เฉพาะทางในเรื่องของปัญหานั้น ๆ นอกจากนี้ Cross มีความคิดเห็นว่า นักออกแบบมักใช้สัญชาตญาณในการออกแบบสร้างสรรค์ผลงานแต่ผู้ที่ไม่ได้เป็นนักออกแบบก็สามารถออกแบบได้โดยการศึกษาองค์ความรู้ และความเข้าใจของผู้อื่นเข้ามาช่วยในการคิดออกแบบ

Simon (2020) กล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบคือ การสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากทักษะ ความชำนาญในการสร้างงาน และเชื่อว่าสิ่งประดิษฐ์ทุกอย่างที่เกิดขึ้นในโลกล้วนเกิดขึ้นจากฝีมือและสมองในการสร้างสรรค์ของมนุษย์แทบทั้งสิ้น อีกทั้ง Donald (1984) ได้ให้ความสำคัญไปที่ความรู้และกระบวนการของนักออกแบบในการปฏิบัติงาน เพราะนักออกแบบเป็นผู้ที่เผชิญหน้ากับปัญหาโดยตรง นอกจากนี้ Simon และ Donald กล่าวในทำนองเดียวกันว่า การคิดเชิงออกแบบ มีลักษณะเป็นกระบวนการแก้ปัญหาด้วยหลักการหาเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกระบวนการจะแสดงให้เห็นผลสะท้อนของวิถีคิด ทั้งนี้ผลจากการแก้ปัญหานั้นจะประสบความสำเร็จได้ขึ้นอยู่กับผู้เกี่ยวข้องกับความเห็นชอบของผู้ร่วมแก้ปัญหาทุกคน เช่น ผู้ออกแบบ ผู้ผลิตและผู้บริโภค

Brown (2009) ประธานเจ้าหน้าที่บริหารของบริษัท IDEO ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงออกแบบ ว่าเป็นวิธีการกระตุ้นความคิดที่หลากหลายอันเป็นต้นกำเนิดของการพัฒนาให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้นหรือที่เรียกว่า นวัตกรรม (innovation) ซึ่งจะอยู่ในลักษณะ สินค้า บริการ หรือ อาจแสดงให้เห็นเป็นรูปแบบอื่น ๆ เช่น กลยุทธ์หรือยุทธศาสตร์ อันจะเกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ ในความรู้สึกของมนุษย์เป็นหลัก (Human-Centered Design) ซึ่งเป็นการศึกษาความหมายของสิ่งประดิษฐ์ และได้ให้ความสำคัญในการสร้างความหมายที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกในสิ่งประดิษฐ์ หลักการนี้จึงเป็นการตีความหมายจากสิ่งประดิษฐ์ของนักออกแบบ แสดงให้เห็นว่า ผลงานที่ออกแบบเป็นสื่อกลางในการสื่อสาร ด้วยแนวคิดดังกล่าวจึงเกี่ยวข้องกับการใช้ภาษา (Linguistic) และระบบภาษาภาพ (Visual Systems) การตีความหมาย และสัญณะทางวัตถุ (Semantic) Krippendorff (2006) กล่าวเพิ่มเติมทางด้านการพัฒนาให้เกิดสิ่งใหม่ หรือนวัตกรรม จำเป็นต้องอาศัยการออกแบบวางแผนที่คำนึงถึงมนุษย์เป็นหลัก อีกทั้ง การคิดเชิงออกแบบยังเป็น สิ่งที่ถ่ายทอดกันมาโดยตรงผ่านวัฒนธรรมของแต่ละแห่ง เป็นการขัดเกลาการใช้ความคิด ความรู้สึกและวิธีการแบบเดียวกับนักออกแบบที่พร้อมจะผสมผสานผลงานออกมาให้ตรงกับความต้องการของบุคคล โดยการเลือกใช้เทคโนโลยีและการตลาดที่เหมาะสม โดย Brown เชื่อว่าการคิดเชิงออกแบบจะเอื้อประโยชน์มากต่อโลกธุรกิจในยุคปัจจุบัน เนื่องจากความคิดด้านการจัดการ และวิธีการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพส่วนใหญ่นั้นมีลักษณะเปิดกว้างและนำวิธีการมาใช้ได้อย่าง อิสระ นอกจากนี้ Brown ยังกล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบนั้นเหมาะสมกับผู้ที่ไม่ใช่ผู้ออกแบบ หรือผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบน้อย เพราะขั้นตอนในการคิดเชิงออกแบบจะส่งเสริมให้ ผู้เรียนสามารถคิดได้เหมือนนักออกแบบ แนวคิดของ Brown จึงเน้นไปที่ การทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้จากผู้อื่น การเรียนรู้ด้วยทำงานกลุ่มจะช่วยให้เกิดการสร้าง ประสบการณ์ใหม่ อันจะนำไปสู่การสร้างสิ่งใหม่หรือนวัตกรรมนั่นเอง

Carroll et al. (2010, p. 38); Razzouk & Shute (2012, p. 330) ให้ความหมายที่ คล้ายกันว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ หมายถึง วิธีการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจใน ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการลงมือกระทำ นอกจากนี้ Harvard University (2014) เพิ่มเติมว่า การคิดเชิงออกแบบ เป็นวิธีการในการเรียน จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและการแก้ปัญหา โดยมุ่งเน้นในเรื่องของการเข้าใจสำรวจปัญหา การ ระบุปัญหา การสืบเสาะหาความรู้ การรวบรวมข้อมูล การค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย การสนับสนุนให้ตัดสินใจลงมือกระทำ (Bias toward Action or Build to Think) การร่างและสร้าง ต้นแบบ การตรวจสอบความคิด รวมถึงการทดสอบวิธีการแก้ปัญหา

สำหรับการศึกษาในประเทศไทย พันธุ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560, น. 34) ได้ให้ความหมายของ การคิดเชิงออกแบบ หมายถึงวิธีการจัดการเรียนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาหรือความต้องการของบุคคลผ่านบทสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในปัญหา การออกแบบหรือสถานการณ์ปัญหา แล้วสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา นั้น สอดคล้องกับ มานิตย์ อาษานอก (2561, น. 7) และ ทรงเกียรติ วิโรจน์กุลทอง (2562, น. 121) ที่ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงออกแบบที่คล้ายคลึงกัน โดยมีความหมายว่า การคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมผ่านผลิตภัณฑ์ บริการใหม่ ๆ หรือแนวคิดที่นักออกแบบนำไปประยุกต์ใช้เพื่อหาทางออกให้กับปัญหาต่าง ๆ ผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำความเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง ร่วมกันสร้างความคิดที่หลากหลาย และตัดสินใจลงมือปฏิบัติเพื่อทดลองสร้างต้นแบบ โดยการศึกษา ค้นคว้า ประยุกต์ใช้ทักษะและความคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การคิดเชิงออกแบบ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ใช้ความรู้ ประสบการณ์ โดยให้บุคคลได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ ศึกษา ค้นคว้า ออกแบบ และสร้างแบบจำลอง เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือปัญหาในชีวิตจริง

2.3 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

พันธุ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560, น. 40-41) กล่าวถึงกระบวนการคิดเชิงออกแบบของ The Stanford d. school Bootcamp Bootleg (HPI) 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understand) โดยให้นักเรียนเข้าไปมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในการออกแบบ (Design Challenge) ที่มีความยากและท้าทาย โดยศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ การสนทนากับผู้รู้ การศึกษาข้อมูลจากสื่อมวลชนมีเดีย ตำรา เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสังเกต (Observe) โดยให้นักเรียนสังเกตพฤติกรรมและปฏิกิริยาของบุคคล โดยการสนทนากับบุคคลอื่นและสะท้อนความคิดในสิ่งที่ได้เห็นและได้ยิน เพื่อเป็นการช่วยพัฒนาการทำความเข้าใจปัญหา ให้นักเรียนเข้าใจความรู้สึกผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง

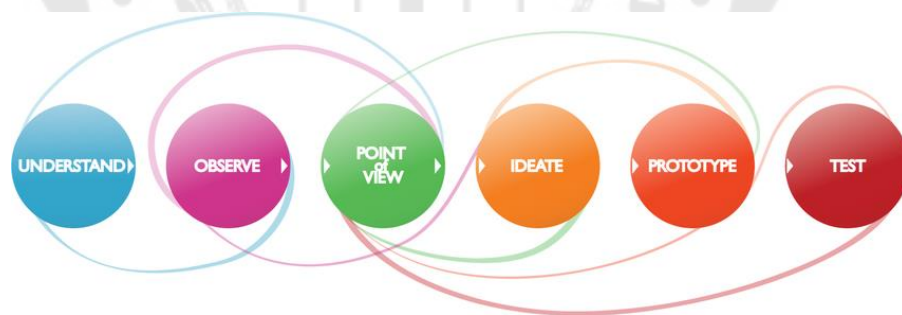
ขั้นที่ 3 ขั้นพิจารณามุมมองที่หลากหลาย (Point of View) โดยนักเรียนจะต้องวิเคราะห์และสังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้ในขั้นการทำความเข้าใจปัญหาและขั้นการสังเกต ซึ่งเป็นมุมมองที่หลากหลายจะพิจารณาข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของผู้ใช้ (user needs) และการหยั่งรู้ (insight)

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างความคิด (Ideate) ในขั้นนี้เป็นการระดมความคิด เพื่อการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความคิดในปริมาณที่มากและหลากหลาย โดยไม่มีการตัดสินว่าความคิดดังกล่าวดีหรือไม่ดี ถูกหรือไม่ถูก โดยทุกความคิดที่เสนอมานั้นจะถูกบันทึกไว้ ทั้งนี้การดำเนินงานในเรื่องของปัญหาการออกแบบ จะเปิดกว้างสำหรับความคิดที่คาดไม่ถึงและสิ่งใหม่ที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 5 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) นักเรียนสามารถสร้างเป็นภาพร่างหรือรูปแบบงานที่เป็น 2 มิติหรือ 3 มิติ สามารถทำจากวัสดุที่หลากหลาย ซึ่งการสร้างต้นแบบนี้จะเป็นวิธีการถ่ายทอดความคิดได้อย่างรวดเร็วโดยถือคติที่ว่า “ยิ่งสร้างต้นแบบได้มากเท่าไร ยิ่งได้เรียนรู้มากขึ้นเท่านั้น” กล่าวคือทุกต้นแบบที่ออกแบบมานั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อการเรียนรู้ความเฉพาะเจาะจงบางอย่าง โดยการทดสอบต้นแบบที่สร้างขึ้นรวมถึงการเรียนรู้ขีดผิดพลาดและดำเนินการปรับปรุง

ขั้นที่ 6 ขั้นทดสอบ (Test) เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทำซ้ำที่ได้รับ การสะท้อนกลับ (Feedback) วัตถุประสงค์ของการทดสอบคือการเรียนรู้สิ่งที่มีประสิทธิภาพและไม่มีประสิทธิภาพ แล้วดำเนินการทำซ้ำอีกครั้งเพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

กระบวนการคิดเชิงออกแบบ 6 ขั้นตอน ของ The Stanford d.school Bootcamp Bootleg (HPI), 2009 นำเสนอภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 กระบวนการคิดเชิงออกแบบของ The Stanford d.school Bootcamp Bootleg (HPI), 2009

กระบวนการคิดเชิงออกแบบของ HPI 2009 ดังกล่าว สังเกตได้ว่าขั้นตอนการเรียนรู้ที่ไม่จำเป็นต้องดำเนินไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ อาจสามารถย้อนกลับกระบวนการได้ เมื่อมีปัญหาหรือได้รับผลการสะท้อนกลับ เพื่อช่วยให้กระบวนการทำซ้ำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ต่อมา HPI ได้ทำการปรับปรุงแบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบใหม่อีกครั้งในปี 2010 โดยมีวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาการออกแบบ (Design Challenges) ที่มุ่งเน้นในเรื่องของการสร้างทักษะผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

The Stanford d.school (2010, pp.1-5) เสนอกระบวนการคิดเชิงออกแบบใน Bootcamp Bootleg (HPI) 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) คือการทำความเข้าใจกลุ่มผู้ใช้งาน ผ่านการนำปัญหาของผู้ใช้งานมาเป็นจุดเริ่มต้น สามารถทำได้โดยการสังเกตการณ์ คือการสังเกต พฤติกรรมและชีวิตความเป็นอยู่ของกลุ่มเป้าหมายในสภาพแวดล้อมจริง การมีส่วนร่วมผ่านการพูดคุย การนัดสัมภาษณ์ การร่วมประสบการณ์จริง เพื่อเป็นการเข้าไปสัมผัสประสบการณ์เดียวกับกลุ่มเป้าหมาย

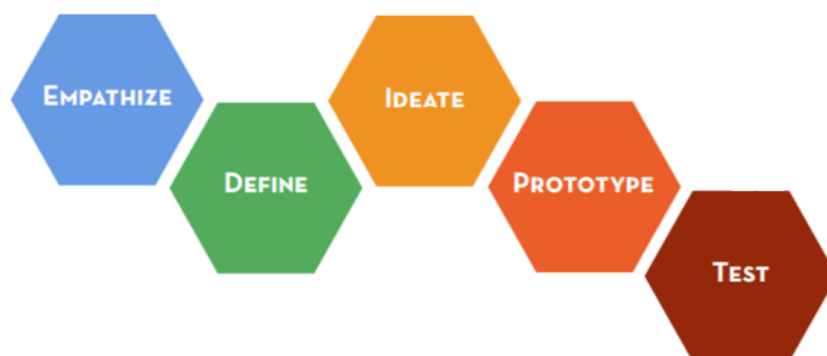
ขั้นที่ 2 การตั้งกรอบปัญหา (Define) คือการสังเคราะห์สิ่งที่ค้นพบจากขั้นตอน การเข้าใจกลุ่มเป้าหมายไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและความต้องการที่แท้จริงของกลุ่มเป้าหมาย เพื่อทำความเข้าใจบริบทของปัญหาให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น และนำความเข้าใจที่ลึกซึ้งมาตั้งโจทย์ ปัญหาที่นำไปสู่การลงมือปฏิบัติในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 การระดมความคิด (Ideate) คือขั้นตอนในกระบวนการออกแบบซึ่งเน้นไปที่การสร้างสรรค์ไอเดียที่ตอบโจทย์ปัญหาอย่างแตกต่างหลากหลาย รวมไปถึงความคิดแปลกใหม่จากไอเดียเดิม ๆ กระบวนการนี้เป็นขั้นตอนที่เน้นการเปิดกว้าง ไม่จำกัดขอบเขตความคิดของตนเอง ซึ่งการระดมสมอง คือการได้รับทั้ง “ปริมาณ” และ “ความหลากหลาย” ของความคิดในการแก้ปัญหาให้มากที่สุด ทั้งนี้การระดมสมองจึงมุ่งเน้นการทำงานร่วมกันเป็นทีม ต่อยอดความคิดของสมาชิกในทีม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด หลังจากนั้นสมาชิกในแต่ละทีมก็จะร่วมกันวางแผนงานเพื่อนำไปปฏิบัติในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 การสร้างต้นแบบ (Prototype) คือการแปลงความคิดให้ออกมาเป็น รูปธรรม ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบทางกายภาพใดก็ได้ที่สามารถเห็นและสัมผัสได้ เช่น การสื่อสารผ่าน กระดาษโน้ต การแสดงละคร พื้นที่ วัตถุสิ่งของ อินเทอร์เน็ต หรือแม้แต่การเขียนสตอรี่บอร์ด โดยความละเอียดของต้นแบบที่สร้างขึ้นควรล้าไปกับความก้าวหน้าของโครงการหรือกระบวนการ ได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ต้นแบบจะประสบความสำเร็จที่สุดก็ต่อเมื่อผู้คนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับ ต้นแบบได้ และสามารถนำสู่หนทางแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพได้

ขั้นที่ 5 การทดสอบ (Test) คือโอกาสในการปรับปรุงและพัฒนาไอเดียของเราให้ ดียิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและปรับปรุงอย่างไม่หยุดนิ่ง โดยการนำต้นแบบมาทดลองกับกลุ่มเป้าหมายในบริบทจริง หรือเสมือนจริงเพื่อทดสอบว่า ความเข้าใจของเราเกี่ยวกับกลุ่มเป้าหมายถูกต้องหรือไม่

กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ขั้นตอน ของ The Stanford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) (2010) นำเสนอดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 กระบวนการคิดเชิงออกแบบของ The Stanford d.school Bootcamp Bootleg (HPI), 2010

Toolkit (2012, pp. 13-15) บริษัทที่ให้คำปรึกษาเรื่องการออกแบบที่ใหญ่ที่สุดในสหรัฐอเมริกา ก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ.1991 โดย Palo Alto ต่อมาในปี ค.ศ.2011 David Kelley ศาสตราจารย์แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดได้นำกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาใช้ในทางการศึกษา โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสำรวจ (Discovery) ขั้นการสำรวจนี้มีความตั้งใจที่จะสร้างความเข้าใจเชิงลึกของสิ่งที่ต้องการและสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการตีความ (Interpretation) ขั้นนี้เปลี่ยนจากข้อมูลที่ได้รวบรวมหรือจากการสังเกตเข้าไปสู่ทิศทางของการออกแบบ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างความคิด (Ideation) ขั้นนี้เป็นการสร้างความคิดที่หลากหลายและความคิดที่แตกต่างโดยปราศจากการตัดสินว่าถูกหรือผิด ดีหรือไม่ดี การประเมินผลงานหรือเงื่อนไขข้อจำกัดใด ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นการทดลอง (Experimentation) ขั้นนี้เป็นการนำเสนอต้นแบบ (Prototype) โดยความคิดจะมองเห็นได้ชัดเจนขึ้นและเปลี่ยนสภาพไปเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่สามารถทดสอบและประเมินค่าได้

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการนำเสนอต้นแบบกระบวนการ หรือการวางแผนสำหรับการพัฒนาต่อไปและปรับปรุงความคิดให้ดียิ่งขึ้น

กระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน ของ IDEO Toolkit (2012) นำเสนอด้วยภาพประกอบ 11

The five phases of the design process:



ภาพประกอบ 11 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน ของ IDEO Toolkit (2012)

Ray (2012) ได้เสนอการทำงานของนักเรียนในกลุ่มย่อยกลุ่มหนึ่ง โดยเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้จากการเสนอสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียนในแต่ละกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกันแสดงความคิดเห็นและศึกษาค้นคว้าแนวคิดทางเลือกที่หลากหลาย ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างต้นแบบ แล้วให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาที่เลือก โดยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการระบุโอกาส (Identify opportunity) นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ความจำเป็นในการแก้ปัญหา รวมถึงสำรวจบุคคลที่ได้รับผลประโยชน์จากการแก้ปัญหานี้ โดยนักเรียนไปสัมภาษณ์บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหานั้น จะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์โดยตรง รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบ (Design) นักเรียนทบทวนข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากขั้นแรกและทำการระดมสมองเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหามากมาย เมื่อนักเรียนระดมสมองเสร็จสิ้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันระบุแนวคิดหลัก (Main Themes) โดยมีครูเป็นผู้นำคำแนะนำ เพื่อให้นักเรียนเกิดความมั่นใจที่จะเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างต้นแบบ (Prototype) นักเรียนทบทวนความคิดและร่วมกันเลือกต้นแบบเพียงหนึ่งต้นแบบเท่านั้น โดยต้นแบบที่เลือกมานี้ต้องสามารถแก้ปัญหที่กำหนดให้

ขั้นที่ 4 ขั้นการรับผลสะท้อนกลับ (Get feedback) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้กับผู้เชี่ยวชาญ ครู หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียน เพื่อรับผลสะท้อนกลับ ทั้งนี้ควรมีผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 2 ท่าน เพื่อประโยชน์ในการรับข้อมูลจากหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับและขยาย (Scale and Spread) นักเรียนทำการปรับปรุงตามคำแนะนำในขั้นการรับผลสะท้อนกลับที่ผ่านมา ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนที่ได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในหลากหลายประเด็นสามารถแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อยแล้วดำเนินการคิดวิธีแก้ปัญหาตามประเด็นเล็ก ๆ ได้ แล้วให้กลุ่มย่อยมารวมกันอีกครั้งเพื่อทำความเข้าใจร่วมกันในการนำเสนอ

ขั้นที่ 6 ขั้นการนำเสนอ (Present) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง โดยอาจเริ่มจากการวางแผน การระดมสมอง การเลือกวิธีการแก้ปัญหา การสร้างต้นแบบ และการปรับปรุงต้นแบบ เป็นต้น ทั้งนี้ นักเรียนอาจเชิญผู้ได้รับการสัมภาษณ์ในขั้นตอนแรกมารับฟังการนำเสนออีกครั้งก็ได้

จากการศึกษากระบวนการคิดเชิงออกแบบในประเทศไทย ผู้วิจัยทางการศึกษาหลายท่านได้ดัดแปลงกระบวนการคิดเชิงออกแบบไปใช้ สามารถสรุปได้ ดังนี้

ภูษงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559, น. 18-19) ทำการศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ทำการศึกษาขั้นตอนและกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และสามารถสรุปขั้นตอนที่สำคัญมาใช้ในงานวิจัยได้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการเข้าใจปัญหา นิยามปัญหา กำหนดขอบเขตของปัญหา นิยามนี้เกี่ยวข้องกับกลุ่มเป้าหมาย ผู้บริโภค จุดประสงค์ในการออกแบบ และค้นหาข้อมูลเพื่อสร้างแรงบันดาลใจ (Inspiration) เป็นขั้นตอนในการสร้างแรงบันดาลใจในการทำงาน และเป็นการค้นพบปัญหา และการแก้ปัญหาจากแหล่งข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการร่วมกันทำงานกลุ่ม การศึกษาข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้มีความคิดต่าง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หรือการนำตนเองเข้าไปทำกิจกรรมใหม่ ๆ เพื่อสร้างประสบการณ์ใหม่

ขั้นที่ 2 การสร้างความคิด เป็นการค้นหาวิธีการ ค้นหาคำตอบหลากหลายและเลือกคำตอบที่ดีที่สุดก่อนที่จะทำงานในขั้นต่อไป ด้วยการจัดกลุ่ม คัดกรอง และวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนของการคิดสร้างผลงานที่สร้างตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุด ในขั้นนี้มีการตีความข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลนำไปสู่แนวทางการปฏิบัติ ด้วยการระดมกำลังสมอง

ขั้นที่ 3 การสร้างผลผลิต เป็นการสร้างหุ่นต้นแบบ เป็นการดำเนินการสร้างผลงานจริง จากการเลือกผลงานที่เหมาะสมที่สุดและแก้ไขจนแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ได้นำออกจำหน่าย หรือนำเสนอสู่สาธารณะ ซึ่งอาจมีการตรวจสอบย้อนหลังสรุปโครงการ และอาจพบข้อบ่งชี้ถึงความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่ม

สอดคล้องกับ มานิตย์ อาษานอก (2561, น. 6) ที่ได้ศึกษาการบูรณาการกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ มีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 3 ระยะเวลา คือ ระยะเวลาที่ 1 ระยะเวลาทำความเข้าใจปัญหา (Understanding) คือ การทำความเข้าใจปัญหาให้ถูกต้องกับประเด็นและความต้องการ ระยะเวลาที่ 2 ระยะเวลาพัฒนาไอเดีย (Creating) คือ การพัฒนาความคิดริเริ่มที่ทำให้เกิดนวัตกรรม ไอเดียหรือแนวคิดใหม่ ๆ และระยะเวลาที่ 3 ระยะเวลาส่งมอบนวัตกรรม (Delivering) คือการเปลี่ยนไอเดียเป็นต้นแบบนวัตกรรมก่อนที่จะนำไปทดลองใช้

สำหรับ พันธุ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560, น. 49-50) นำการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบโดยสถาบันการออกแบบ The Stanford Bootcamp Bootleg (HPI) (2010) ดัดแปลงและสรุปเป็นกระบวนการคิดเชิงออกแบบของการวิจัย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Empathy) โดยให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาปัญหาการออกแบบ (Design Challenge) ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องภาคตัดกรวย และบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ครูมอบให้

ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา (Define) เป็นขั้นตอนในการร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่ระบุจากขั้นที่ 1 โดยประเด็นปัญหาที่เลือกมานั้นต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือกระบวนการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด (Ideate) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวทางการสร้างชิ้นงานหรือกระบวนการแก้ปัญหาให้มีความหลากหลาย และช่วยกันจัดกลุ่มความคิด จัดลำดับความสำคัญและคัดเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) นักเรียนใช้ดินสอหรือปากกาในการร่างต้นแบบชิ้นงานลงในเอกสารที่ครูจัดเตรียมไว้ และร่วมกันลงมือสร้างชิ้นงานที่อาศัยความรู้เรื่องภาคตัดกรวยเป็นหลัก เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ (Test) นักเรียนนำเสนอผลงานโดยมีครูและเพื่อนร่วมชั้นสะท้อนผล เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานหรือกระบวนการที่ดีหรือมีประสิทธิภาพสูงสุด

สอดคล้องกับ นุชจรี กิจวรรณ (2561, น. 8-9) ทำการศึกษากระบวนการคิดเชิง
 ออกแบบ : มุมมองใหม่ของระบบสุขภาพไทย ได้ดัดแปลงกระบวนการคิดเชิงออกแบบของ HPI
 2010 และนำไปใช้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การทำความเข้าใจเชิงลึก 2) การตีความปัญหา
 3) การระดมจินตนาการแบบไร้ขีดจำกัด 4) การพัฒนาต้นแบบ และ 5) การทดสอบต้นแบบ
 จากการศึกษาขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบทั้งในไทยและต่างประเทศ
 ผู้วิจัยได้แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ดังตาราง 21

ตาราง 21 ตารางการเปรียบเทียบขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ขั้นที่	HPI (2009)	HPI (2010)	IDEO (2012)	Ray (2012)	ภุชงค์ (2559) & มานิตย์ (2561)	พันธียุทธ (2560) & นุชจรี (2561)
1	ทำความเข้าใจ เข้าใจปัญหา	การเข้าใจ กลุ่ม เป้าหมาย	การสำรวจ	การระบุ โอกาส	เข้าใจปัญหา	ทำความเข้าใจ เข้าใจปัญหา
2	การสังเกต	การตั้งกรอบ ปัญหา	การตีความ	การออกแบบ	สร้าง ความคิด	นิยามปัญหา
3	พิจารณา มุมมองที่ หลากหลาย	สร้าง ความคิด	สร้าง ความคิด	สร้างต้นแบบ	สร้างผลผลิต หรือส่งมอบ นวัตกรรม	สร้าง ความคิด
4	สร้าง ความคิด	สร้างต้นแบบ	การทดลอง	รับผล สะท้อนกลับ		สร้างหรือ พัฒนา ต้นแบบ
5	สร้างต้นแบบ	ทดสอบ	ประเมินผล	การปรับและ ขยาย		ทดสอบ
6	ทดสอบ			การนำเสนอ		

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบของ HPI 2010 มาดัดแปลงและประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิต ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หมายถึง วิธีการในการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ สังเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ศึกษา ค้นคว้า และใช้ความรู้ทางเรขาคณิตในการออกแบบหรือสร้างชิ้นงานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหานั้น โดยดำเนินการ 5 ขั้นตอน ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) เป็นขั้นเริ่มต้นที่ให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจ และพิจารณาสถานการณ์ปัญหา พร้อมระบุข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา โดยใช้วิธีต่าง ๆ ในการระบุข้อมูล เช่น การวาดรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง เป็นต้น ลงในใบกิจกรรม Empathy Map

ขั้นที่ 2 ติกรอบปัญหา (Define) เป็นการสังเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาในขั้นที่ 1 โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยน แสดงความคิดเห็น พร้อมระบุประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) เป็นการระดมความคิดในการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่าง หลากหลาย แปลกใหม่ โดยไม่จำกัดความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา พิจารณาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ลงในใบกิจกรรม My Solution รวบรวม แสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม และพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรม About My Solution พร้อมจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานต้นแบบต่อไป

ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นการแสดงคำตอบของปัญหาลงในใบกิจกรรม About Prototype และแปลงความคิดจากการตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาให้ออกมาเป็นรูปธรรม พร้อมลงมือสร้างชิ้นงานต้นแบบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบทางกายภาพใดก็ได้ที่สามารถเห็นและสัมผัสได้ เช่น การสื่อสารผ่านกระดาษโน้ต การแสดงละคร การสร้างแบบจำลองวัตถุสิ่งของ อินเทอร์เน็ต ภาพ 2 มิติ 3 มิติ หรือการเขียนสตอรี่บอร์ด เป็นต้น โดยอาศัยความรู้ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และประสบการณ์เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test) เป็นการพิจารณาผลลัพธ์ โดยการตรวจสอบคำตอบในใบกิจกรรม Recheck พร้อมตรวจสอบชิ้นงานต้นแบบกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ หรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา รวมทั้งแก้ไขคำตอบในใบกิจกรรมและปรับปรุงชิ้นงานต้นแบบให้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้น

2.4 รูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559, น. 22) กล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิดและกระบวนการในการปฏิบัติเพื่อสร้างนวัตกรรม ซึ่งรูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับการคิดเชิงออกแบบจึงเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะและกระบวนการ (Process Skill) ที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่าง ๆ อาจเป็นกระบวนการทางสติปัญญา เช่น การสืบสอบแสวงหาความรู้ หรือกระบวนการคิดต่าง ๆ อาทิ การวิเคราะห์ การอุปนัย การนิรนัย การให้เหตุผล การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมถึงการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การสอนโดยใช้โครงงานเป็นหลัก หรืออาจเป็นกระบวนการทางสังคม เช่น กระบวนการทำงานร่วมกัน เป็นต้น ทั้งนี้ ทิศนา แคมมณี (2559, น. 248) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบเน้นทักษะกระบวนการที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีรายละเอียด ดังนี้

2.4.1 การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการสืบสอบ (ทิศนา แคมมณี, 2559, น. 144, 248-250)

การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการสืบสอบ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น การศึกษาหาข้อมูล การวิเคราะห์ การประเมินผล การอภิปราย และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น ทั้งนี้การอาศัยการทำงานเป็นกลุ่มซึ่งเป็นเครื่องมือทางสังคมช่วยกระตุ้นความสนใจหรือความอยากรู้ และช่วยดำเนินการแสวงหาความรู้หรือคำตอบที่ต้องการ ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการสืบสอบ มีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นที่ 1 ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่ชวนให้งุนงงสงสัย
- ขั้นที่ 2 ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์นั้น
- ขั้นที่ 3 ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้
- ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนดำเนินการแสวงหาความรู้
- ขั้นที่ 5 ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล นำเสนอและอภิปราย
- ขั้นที่ 6 ให้ผู้เรียนกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบ

ผู้เรียนจะสามารถสืบสอบและเสาะแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดความใฝ่รู้ และมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น และพัฒนาทักษะการสืบสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

2.4.2 การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการอุปนัย (ทิตนา แชมมณี, 2559, น. 250-252)

การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการอุปนัย คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด เป็นวิธีการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการวิเคราะห์ สามารถจับหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ หลักการ แนวคิด สร้างมโนทัศน์ และประยุกต์ใช้มโนทัศน์ต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจ โดยการจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการคิดอุปนัย มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างมโนทัศน์

1.1 ให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งที่ศึกษา และเขียนรายงานสิ่งที่สังเกตเห็น หรืออาจใช้วิธีอื่น ๆ

1.2 ให้ผู้เรียนจัดหมวดหมู่ของสิ่งเหล่านั้น

1.3 ตั้งชื่อหมวดหมู่ที่จัดขึ้น โดยพิจารณาว่าอะไรเป็นหัวข้อใหญ่หรือหัวข้อย่อย

ขั้นที่ 2 การตีความและสรุปข้อมูล

2.1 ระบุความสัมพันธ์ของข้อมูล

2.2 สืบหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ผู้เรียนศึกษาข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ

2.3 สรุปอ้างอิง โดยสิ่งที่ค้นพบไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ

ขั้นที่ 3 การประยุกต์ใช้ข้อสรุปหรือหลักการ

3.1 นำข้อสรุปมาใช้ในการทำนาย หรืออธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ

3.2 อธิบายให้เหตุผลและข้อมูลสนับสนุนการทำนาย

ผู้เรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์และประยุกต์ใช้มโนทัศน์นั้นด้วยกระบวนการคิดแบบอุปนัย และสามารถนำกระบวนการคิดดังกล่าวไปใช้ในการสร้างมโนทัศน์อื่น ๆ ต่อไปได้

2.4.3 การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (ทิตนา แชมมณี, 2559, น. 252-253)

การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการคิดสร้างสรรค์ คือ การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนใช้รูปแบบ วิธีการ และเทคนิคที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดขยายต่อเนื่อง เกิดความคิดเห็นที่สร้างสรรค์แตกต่างไปจากเดิม หลากหลาย และมีประสิทธิภาพ จะช่วยให้เกิดการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการคิดสร้างสรรค์ มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ช้้นนำ ผู้สอนให้ผู้เรียนทำงานต่าง ๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนทำ
ขั้นที่ 2 ช้้นการสร้างอุปมาแบบตรงหรือการเปรียบเทียบแบบตรง โดยผู้สอน
เสนอคำคู่ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งของหรือคำต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ช้้นการสร้างอุปมาบุคคลหรือเปรียบเทียบบุคคลกับสิ่งของ ผู้สอนให้
ผู้เรียนสมมติตัวเองเป็นสิ่งใดสิ่งหนึ่งและแสดงความรู้สึกออกมา

ขั้นที่ 4 ช้้นการสร้างอุปมาคำคู่ขัดแย้ง ผู้สอนให้ผู้เรียนนำคำที่ได้จากการ
เปรียบเทียบในขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาประกอบเป็นคำใหม่

ขั้นที่ 5 ช้้นการอธิบายความหมายของคำคู่ขัดแย้ง ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกัน
อธิบายความหมายของคำคู่ขัดแย้งที่ได้

ขั้นที่ 6 ช้้นการนำความคิดใหม่มาสร้างสรรค์งาน ผู้สอนให้ผู้เรียนนำความคิด
ที่ได้มาใหม่จากขั้นที่ 5 มาใช้ในงานของตน ทำให้งานของตนมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น

ผู้เรียนจะเกิดความคิดใหม่ ๆ และสามารถนำความคิดใหม่ ๆ นั้นไปใช้ในงาน
ของตน ทำให้งานของตนมีความแปลกใหม่ น่าสนใจมากขึ้น และผู้เรียนอาจเกิดความตระหนักใน
คุณค่าของการคิด และความคิดของผู้อื่นด้วย

2.4.4 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (ทิสนา แชมมณี, 2559, น.
137-138)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นการจั้ดสภาพการณ์ของ
การเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย
โดยผู้สอนอาจนำหรือพาผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา
และแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็น
ทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้
เกิดทักษะ กระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาด่าง ๆ

ทั้งนี้ปัญหาควรเป็นปัญหาที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดภาวะงุนงงสงสัยและ
ความต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อขจั้ดความสงสัยดังกล่าว การให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาจริง
หรือสถานการณ์ต่าง ๆ และร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหานั้น ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่าง
มีความหมาย และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต
และการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2.4.5 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นหลัก (ทิศนา แคมมณี, 2559, น. 138-140)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นหลัก คือ การจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเลือกทำโครงงานที่ตนสนใจ ร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนสนใจ วางแผนในการทำโครงการร่วมกัน ศึกษาหาข้อมูล ความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติงานตามแผนงานที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ แล้วจึงเขียนรายงาน และนำเสนอต่อสาธารณชน เก็บข้อมูล แล้วนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิดค้น และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นหลักมีรายละเอียดของหลักการ ดังนี้

1. โครงการหรือโครงงาน เป็นกิจกรรมที่มีบริบทจริงเชื่อมอยู่ ดังนั้นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงสัมพันธ์กับความเป็นจริง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง จึงเป็นการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน
2. การให้ผู้เรียนทำโครงงานหรือโครงการ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าสู่กระบวนการสืบสอบ
3. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงการเป็นหลัก ช่วยให้ผู้เรียนได้ผลิตงานที่เป็นรูปธรรมออกมา ผลผลิตที่แสดงออกถึงความรู้ ความคิดของผู้เรียนนี้สามารถนำมาอภิปรายแลกเปลี่ยนและวิพากษ์ได้อย่างชัดเจน
4. การแสดงผลต่อสาธารณชน สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการทำงานให้แก่ผู้เรียนได้ ซึ่งแรงจูงใจจะมีผลต่อความใส่ใจ ความกระตือรือร้น และความอดทนในการแสวงหาความรู้ การศึกษาความรู้ และการใช้ความรู้
5. การให้ผู้เรียนทำโครงงานหรือโครงการ จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการในการสืบสอบและการแก้ปัญหาแล้ว ยังสามารถช่วยดึงศักยภาพต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวของผู้เรียนออกมาใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย

2.5 ประโยชน์ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

มานิตย์ อาษานอก (2561, น. 3) กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างเป็นระบบ โดยยึด “คน” เป็นศูนย์กลางในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา ช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้และพัฒนาทักษะต่าง ๆ ตลอดจนกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย สร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อช่วยแก้ปัญหาผู้เรียนและสังคม ช่วยเพิ่มคุณค่าและการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้กระบวนการคิดเชิงออกแบบนี้มีการนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบหลากหลายสาขา เช่น การออกแบบเชิงวิศวกรรม การออกแบบการบริการ การออกแบบองค์กร รวมถึงการออกแบบการเรียนการสอนด้วย สอดคล้องกับ ภูษงค์ โจรณ์แสงรัตน์ (2559, หน้า 19-20) ที่อธิบายถึงประโยชน์ของการคิดเชิงออกแบบ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร (Communication) คือความสามารถในการที่จะสื่อสารข้อมูลจากความคิดและจินตนาการของนักออกแบบไปสู่ผู้อื่น ด้วยการสื่อสารทางภาษา หรืออวัจนภาษา ได้ฝึกทักษะการสื่อสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารด้วยภาพ การสร้างแบบร่างภาพ การนำเสนอ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการออกแบบผลงานได้อย่างถูกต้อง

2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา (Problem and Solution) การคิดแก้ปัญหานั้นมีมิติความคิดหลายประเด็น เช่น ความสวยงามในการออกแบบ การใช้วัสดุในการผลิต กระบวนการผลิต จึงทำให้ผู้แก้ปัญหาได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ รวมถึงการคัดกรองและประมวลผลความคิดในหลายระดับ ตลอดจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

3. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นการสรุปปัญหา เลือกลงและตัดสินใจในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การคิดบูรณาการ (Integrative Thinking) โดยการผสมผสานแบบกระบวนการ สหวิชา หรือเทคนิคในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จนเกิดเป็นการค้นพบใหม่ ๆ เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมในการแก้ปัญหานั้น

4. การร่วมมือในการทำงาน (Collaboration) หรือการร่วมมือในการแก้ปัญหา เกิดจากการระดมความคิดจากคนที่มีประสบการณ์หลากหลาย รวมถึงการเป็นผู้สื่อสารและรับฟังสารที่ดีในทุก ๆ ขั้นตอนที่มีการอภิปรายระหว่างการทำงานหรือการแก้ปัญหา

5. การรู้แจ้งที่เกิดจากการทดลองเชิงประจักษ์ (Experimentalism) เกิดสร้างผลงานภายใต้หลักตรรกะด้วยการทดลอง ผลของการทดลองจะแสดงให้เห็นเป็นเหตุและผลในการทำงาน ทักษะและความคิด จนเกิดให้เห็นเป็นรูปธรรมได้ โดยจำเป็นต้องมีปัจจัยที่สำคัญ ดังนี้

5.1 การทำงานกลุ่มและการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การทำงานร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความคิด และการระดมกำลังสมอง โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่ การฟังพาดและเกื้อกูลกัน การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด ความเป็นกันเองที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และทักษะการทำงานกลุ่มย่อย และการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม ทั้งนี้ผลดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพาให้สมาชิกได้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดนั่นเอง

5.2 ต้องมีระบบติดตามโครงการ คือการวางแผน โดยการติดตามความคืบหน้าในการทำงานของสมาชิกในกลุ่มหรือกลุ่มย่อยในทุกขั้นตอน นอกจากนี้ประโยชน์ของการติดตามการทำงานจะทำให้เห็นถึงการข้อบกพร่องในโครงการ เพื่อจะได้ปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

5.3 สร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย คือการสร้างสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่สนับสนุนให้สมาชิกในกลุ่มได้สนทนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เข้าถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันได้อย่างสะดวกและเป็นกันเองที่สุด นอกจากนี้ต้องสนับสนุนอุปกรณ์หรือวัสดุที่ใช้ เช่น เครื่องมือสื่อสาร กล้องถ่ายภาพ อุปกรณ์สำนักงาน เพื่อใช้ในการบันทึกและนำเสนอข้อมูล

2.6 เกณฑ์การวัดประเมินผลที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

มานิตย์ อาษานอก (2561, น. 12) กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการคิดโดยยึดคนเป็นศูนย์กลางในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา ทั้งนี้กระบวนการคิดเชิงออกแบบจะช่วยสร้างการเรียนรู้ พัฒนาทักษะต่าง ๆ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง สร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อช่วยแก้ปัญหาผู้เรียนและสังคม ทำให้สอดคล้องกับการประเมินตามสภาพจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555a, น. 96) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินจากผลงานหรือผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนตามหลักฐาน ร่องรอยหรือผลที่เกิดจากการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทั้งนี้การประเมินตามสภาพจริงควรให้ความสำคัญกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถในการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้งาน และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้และทำงานทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ เอกสารการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557, น. 4,18) อธิบายถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้ และได้นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือ

แก้ปัญหา รวมทั้งอธิบาย การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการทำกิจกรรม สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการการคิด กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือ การแสวงหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557, น. 20-22) แสดงการประเมินตามสภาพจริงโดยมีแนวทางการประเมินที่มีการวัด 2 แบบ คือ 1. การประเมิน เป็นภาพรวม (Holistic score) และ 2. การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) มี รายละเอียดดังนี้

1. การประเมินเป็นภาพรวมในการประเมินโครงงานมีมาตรวัดแสดงดังตาราง 22

ตาราง 22 มาตรวัดการประเมินภาพรวมในการประเมินโครงงาน

มาตรวัดการประเมินโครงงาน	ระดับคะแนน
- ไม่เข้าใจปัญหา การออกแบบและการทดลองใช้เทคนิคไม่ถูกต้อง ทำโครงงานได้แต่ไม่สมบูรณ์ การเขียนงานต้องช่วยเหลือมาก	1
- เข้าใจปัญหาแต่ใช้เวลานานมาก ต้องอาศัยการแนะนำในการออกแบบ การทดลอง มีความยากลำบากในการปฏิบัติ ต้องได้รับคำแนะนำในการ เขียนรายงาน	2
- แสดงถึงความเข้าใจปัญหาการออกแบบการทดลองและเทคนิควิธียัง ไม่ถูกต้อง งานประสบความสำเร็จบางส่วน การนำเสนองานเป็นลำดับ	3
- แสดงถึงความเข้าใจปัญหา สามารถออกแบบการทดลองและเทคนิคต่างๆ จนโครงงานประสบความสำเร็จ การนำเสนองานเป็นลำดับดี	4
- แสดงถึงความเข้าใจปัญหา มีความคิดริเริ่มในการออกแบบการทดลอง และเทคนิควิธีต่าง ๆ จนประสบความสำเร็จ การนำเสนองานเป็นลำดับดี	5

2. การประเมินแบบแยกองค์ประกอบเป็นการวิเคราะห์ ผลงานของผู้เรียนสามารถประเมินอะไรได้บ้าง แสดงตัวอย่างการประเมินโครงการและการประเมินการปฏิบัติกร ดังตาราง 23

ตาราง 23 การประเมินโครงการและการประเมินการปฏิบัติการ

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การประเมิน		
	การออกแบบการทดลอง	การดำเนินการทดลอง	การนำเสนอ
4	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐาน ได้สอดคล้องกับปัญหาและ ออกแบบการทดลองและใช้ เทคนิควิธีถูกต้องแสดง ความคิดริเริ่ม	การดำเนินการทดลอง มี ขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง มีการทำซ้ำ และการเก็บ ข้อมูลได้ละเอียด รอบคอบ ครบถ้วนตามที่ ต้องการ	ดูง่าย เหมาะสมกับลักษณะ ของข้อมูล แสดงความคิด สร้างสรรค์ในการนำเสนอ ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลได้ ครบถ้วนเหมาะสม การสรุป การทดลองถูกต้อง และ ความรู้มาอ้างอิงประกอบการ สรุปการทดลอง
3	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐาน ได้ถูกต้อง ออกแบบการ ทดลองและใช้เทคนิควิธี ถูกต้อง	การดำเนินการทดลอง มี ขั้นตอนครบถ้วนถูกต้อง แต่ไม่มีการทำซ้ำ การ เก็บข้อมูลครบถ้วน ตามที่ต้องการวัด	การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง ครบถ้วน วิเคราะห์ข้อมูลได้ ครบถ้วน การสรุปการทดลอง ถูกต้อง มีการนำเสนอเหตุผล และ ความรู้มาอ้างอิงประกอบ
2	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐาน ได้ถูกต้อง การออกแบบการ ทดลองและใช้เทคนิควิธียังไม่ถูกต้อง	การดำเนินการทดลอง มี ขั้นตอนถูกต้องเป็นส่วน ใหญ่ แต่ไม่มีการทำซ้ำ การเก็บข้อมูลครบถ้วน ตามที่ต้องการวัด	การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลครบถ้วน การนำเสนอผลการทดลอง ถูกต้อง
1	เข้าใจปัญหา ตั้งสมมติฐาน ถูกต้อง ต้องอาศัยการ แนะนำในการออกแบบการ ทดลอง	การดำเนินการทดลอง ไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ การเก็บข้อมูลไม่ ครบถ้วน	การนำเสนอข้อมูลถูกต้อง การวิเคราะห์ข้อมูลไม่ ครบถ้วน การสรุปการทดลอง ไม่ถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555a, น.132-135) อธิบาย การประเมินผลการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์เป็นการศึกษาที่มีประเด็นหลากหลายทั้งด้าน ทฤษฎีและด้านสิ่งประดิษฐ์ โดยทั่วไปใช้เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวม ซึ่งมี การประเมินผลการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ด้านทฤษฎี มีรายการประเมิน 5 ประเด็น ได้แก่ (1) การวางแผน (2) การแสดงข้อมูล (3) การแสดงความเชื่อมโยง (4) การลงข้อสรุป และ (5) การนำเสนอผลงาน แสดงตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ ดังตาราง 24

ตาราง 24 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ ด้านทฤษฎี

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - วางแผนชัดเจนและทำงานอย่างเป็นระบบ - แสดงข้อมูลที่ละเอียดชัดเจน - แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาได้ชัดเจน - ลงข้อสรุปที่ถูกต้องชัดเจน - นำเสนอผลงานได้อย่างเหมาะสม
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - วางแผนชัดเจน - แสดงข้อมูลที่ละเอียดชัดเจน - แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาได้ชัดเจน - ลงข้อสรุปที่ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ - นำเสนอข้อมูลได้ไม่ชัดเจน
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - วางแผนไม่ชัดเจน - แสดงข้อมูลไม่สมบูรณ์ - แสดงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาได้ไม่ชัดเจน - ลงข้อสรุปถูกต้องเพียงบางส่วน - นำเสนอข้อมูลได้ไม่ชัดเจน
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - วางแผนไม่ชัดเจนหรือไม่มีการวางแผน - แสดงข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง - แสดงความเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาได้ไม่ชัดเจน - ลงข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง - นำเสนอข้อมูลได้ไม่ถูกต้อง

การประเมินผลการศึกษาค้นคว้าที่มีผลงานเป็นสิ่งประดิษฐ์ อาจมีรายการที่ต้อง พิจารณาเพิ่มเติมจากการประเมินผลการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ด้านทฤษฎี ได้แก่ การแก้ปัญหาและการตอบสนองความต้องการ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การตั้งคำถามสนใจ ประสิทธิภาพในการทำงาน และคู่มือในการใช้งาน หากในการทำงานมีหลายชิ้นงานอาจกำหนด

น้ำหนักคะแนนของงานแต่ละชิ้นแตกต่างกัน แสดงดังตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ที่มีผลงานเป็นสิ่งประดิษฐ์ แสดงดังตาราง 25

ตาราง 25 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์รวมของการศึกษาค้นคว้าทางคณิตศาสตร์ที่มีผลงานเป็นสิ่งประดิษฐ์

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการสร้าง และการแสดงรายละเอียดของชิ้นงานแต่ละส่วนชัดเจน สมบูรณ์ - แก้ปัญหาและตอบสนองตามความต้องการ - มีความริเริ่มสร้างสรรค์และดึงดูดความสนใจ - ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย ประหยัด และคุ้มค่า - คู่มือแนะนำการใช้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย
3 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการสร้าง และการแสดงรายละเอียดของชิ้นงานแต่ละส่วนชัดเจน สมบูรณ์ - แก้ปัญหาและตอบสนองตามความต้องการ - มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แต่ขาดการดึงดูดความสนใจ - ใช้งานได้ แต่ยังมีการปรับปรุงแก้ไข - คู่มือแนะนำการใช้ไม่ชัดเจน หรือไม่มีรายละเอียด ไม่ครบถ้วน
2 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผนการสร้าง แต่แสดงรายละเอียดของชิ้นงานบางส่วนไม่สมบูรณ์ - แก้ปัญหาและตอบสนองตามความต้องการ - มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แต่ขาดการดึงดูดความสนใจ - ใช้งานได้ แต่ยังมีการปรับปรุงแก้ไข - คู่มือแนะนำการใช้ไม่ชัดเจน หรือไม่มีรายละเอียด ไม่ครบถ้วน
1 (ต้องปรับปรุง)	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีการวางแผนการสร้าง และการแสดงรายละเอียดชิ้นงานไม่ชัดเจน หรือไม่สมบูรณ์ - ไม่ตอบสนองต่อการแก้ปัญหาและความต้องการ - ขาดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ - ชิ้นงานขัดข้อง หรือใช้งานไม่ได้ตามที่คาดหวัง - คู่มือแนะนำไม่ชัดเจน หรือไม่มีคู่มือแนะนำการใช้

พันธียุทธ น้อยพินิจ (2560, น. 63-65) ทำการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยแสดงเกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานของนักเรียน มีรายการประเมินชิ้นงาน 5 รายการ พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานแบบรูปกรีก 4 ระดับ แสดงดังตาราง 26

ตาราง 26 เกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานของนักเรียน

รายการประเมิน	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
ผลงาน 20%	ออกแบบชิ้นงาน ได้สอดคล้องกับ ปัญหาหรือสนอง ความต้องการได้ ครบถ้วน	ออกแบบชิ้นงาน ได้สอดคล้องกับ ปัญหาหรือ สนองความต้องการ การได้เป็นส่วน ใหญ่	ออกแบบชิ้นงาน ได้สอดคล้องกับ ปัญหาหรือ สนองความต้องการ การได้เป็นส่วน น้อย	ออกแบบชิ้นงาน ได้ไม่สอดคล้อง กับปัญหาหรือไม่ สนองความ ต้องการ
ความคิด สร้างสรรค์ 20%	สร้างชิ้นงานได้ สวยงาม และมี แนวคิดการ ออกแบบที่แปลก ใหม่ ตั้งแต่ 2 แนวคิดขึ้นไป	สร้างชิ้นงานได้ สวยงาม และมี แนวคิดการ ออกแบบที่แปลก ใหม่เพียงแนวคิด เดียว	สร้างชิ้นงานได้ สวยงาม แต่ไม่มี แนวคิดการ ออกแบบที่ แปลกใหม่	ไม่สวยงาม และ ไม่มีแนวคิดการ ออกแบบที่แปลก ใหม่
การนำเสนอ 20%	นำเสนอผลงานได้ น่าสนใจ อธิบาย ขั้นตอนการ ออกแบบชิ้นงานที่ เข้าใจง่าย และ ตอบคำถาม ชัดเจน	นำเสนอผลงาน ได้ อธิบาย ขั้นตอนการ ออกแบบชิ้นงาน ที่เข้าใจง่าย แต่ ตอนตอบคำถาม ไม่ชัดเจน	นำเสนอผลงาน ได้น่าสนใจ แต่ อธิบายขั้นตอน การออกแบบ ชิ้นงานที่เข้าใจ ยาก และอาจ ตอบคำถาม ชัดเจนหรือไม่ ชัดเจน	ไม่น่าสนใจ รวมทั้งอธิบาย ขั้นตอนการ ออกแบบชิ้นงาน ที่เข้าใจยาก และ ตอบคำถามไม่ ชัดเจน

ตาราง 26 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
การใช้ กระบวนการคิด เชิงออกแบบ 20%	มีการใช้ กระบวนการคิด เชิงออกแบบ มี การระดมแนวคิด และแสดงถึงการ ใช้แนวคิดมาเป็น พื้นฐานการ ตัดสินใจในการ ออกแบบ	มีการใช้ กระบวนการคิด เชิงออกแบบ มี การระดม แนวคิด แต่ไม่ได้ นำแนวคิดมาใช้ เป็นพื้นฐานการ ตัดสินใจในการ ออกแบบ	มีการใช้ กระบวนการคิด เชิงออกแบบแต่ ไม่มีการระดม แนวคิด	ไม่มีการใช้ กระบวนการคิด เชิงออกแบบ
การประยุกต์ใช้ ความรู้ 20%	นำความรู้ทาง คณิตศาสตร์มา ประยุกต์ใช้ในการ ออกแบบชิ้นงาน ได้ชัดเจน และ ถูกต้องตั้งแต่ 3 องค์ความรู้ขึ้นไป	นำความรู้ทาง คณิตศาสตร์มา ประยุกต์ใช้ใน การออกแบบ ชิ้นงานได้ชัดเจน และถูกต้อง 2 องค์ความรู้ขึ้นไป	นำความรู้ทาง คณิตศาสตร์มา ประยุกต์ใช้ใน การออกแบบ ชิ้นงานได้ชัดเจน และถูกต้องเพียง องค์ความรู้เดียว	ไม่นำความรู้ทาง คณิตศาสตร์มา ประยุกต์ใช้ใน การออกแบบ ชิ้นงาน

นอกจากนี้ ทิศนา แชมมณี (2559, น. 96-98) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างชิ้นงาน (Constructionism) เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎี พัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ เช่นเดียวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ ผู้ที่พัฒนาทฤษฎีนี้คือ ศาสตราจารย์ ซีมัวร์ เพเพอร์ท และนำทฤษฎีนี้มาใช้ในวงการการศึกษานั้นเอง ซึ่งแนวคิดของทฤษฎีนี้คือ ผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน และเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมาในโลก ก็หมายถึงการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่ง Constructionism จะมีเอกลักษณ์ของตนในด้านการใช้สื่อ เทคโนโลยี วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่เหมาะสมในการให้ผู้เรียนสร้างสาระการเรียนรู้และผลงานต่าง ๆ ด้วย เพเพอร์ท และคณะ ได้ออกแบบสร้างโปรแกรม

คอมพิวเตอร์โลกให้ขึ้น เพื่อให้เด็กใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ดนตรี เกม ฯลฯ และได้พัฒนา LEGO TC โดยเชื่อมโยงภาษาโลโก้กับเลโก้ ซึ่งเป็นของเล่นที่มีลักษณะเป็นชิ้นส่วนที่สามารถนำมาต่อกันเป็นรูปต่าง ๆ ได้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมเลโก้ของเล่นในคอมพิวเตอร์ให้เคลื่อนไหว เดิน ฉายแสง หรือตอบสนองสิ่งเร้าต่าง ๆ ได้ตามต้องการ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วยตนเองไป พร้อม ๆ กับการฝึกคิด ฝึกแก้ปัญหา และฝึกความอดทน อีกด้วย ทั้งนี้ครูผู้สอนต้องทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ให้คำปรึกษา ชี้แนะ เกื้อหนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ ในด้านการประเมินผลการเรียนรู้ นั้น จำเป็นต้องมีการประเมินทั้งด้านผลงาน และด้านกระบวนการ นั่นเอง

ทั้งนี้ผู้วิจัยประยุกต์ใช้ เกณฑ์การประเมินผลที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบข้างต้น ในการสร้างเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน แสดงดังตาราง 27

ตาราง 27 เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	ชิ้นงานสามารถตอบประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา และตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดทั้งหมด
4	ชิ้นงานสามารถตอบประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา และตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 70% แต่ไม่ครบถ้วนตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด
3	ชิ้นงานสามารถตอบประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา และตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 50% แต่ไม่ถึง 70% ตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดทั้งหมด
2	ชิ้นงานสามารถตอบประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา และตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 30% แต่ไม่ถึง 50% ตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดทั้งหมด
1	ชิ้นงานสามารถตอบประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา และตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 10% แต่ไม่ถึง 30% ตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดทั้งหมด
0	ไม่มีชิ้นงาน

ตอนที่ 3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศหลายท่านให้ความสนใจและให้ความสำคัญเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยมีรายละเอียดของผลงานวิจัย ดังนี้

3.1 งานวิจัยภายในประเทศ

อารยา ช่ออั้งชัย (2553, น.27, 188-189) ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ (1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ (2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ที่สอนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียนและหลังเรียน (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโรตารีกรุงเทพ จำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีชื่อเรียกว่า “PLOASE Model” มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียมพร้อมและกระตุ้นหัวใจในการเรียน ขั้นเรียนรู้กระบวนการคิดโดยการฝึกปฏิบัติ ขั้นจัดระเบียบความรู้ ขั้นประยุกต์ใช้กระบวนการคิด ขั้นสรุป และขั้นประเมินผล ค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเท่ากับ 86.11/87.67 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 80/80 ปรากฏว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เพราะผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และแสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติคิดด้วยตนเองและร่วมกันเรียนรู้กับผู้อื่น ครูเรียงเนื้อหาและกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมและนักเรียนสามารถสรุปความรู้เชื่อมโยงนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

สุชาติ ไชยวัฒน์ (2556, น.67) ทำการวิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด โดยกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 37 คน และนักเรียนกลุ่มเจาะลึกจำนวน 6 คน โรงเรียนชุมชนบ้านบวกรกน้อย การวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผสาน โดยทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และสถิติเชิงพรรณนา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 5 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านการระบุปัญหา (2) ด้านการนิยามปัญหา (3) ด้านการสำรวจปัญหา (4) ด้านการประเมิน/ประยุกต์ใช้ปัญหา และ (5) ด้านการบูรณาการปัญหา มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณภาพรวมอยู่ในระดับดี และกลุ่มเจาะลึกทั้ง 6 คน พบว่า นักเรียน 3 คน (เก่ง 2 คน ปานกลาง 1 คน) มีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับดี นักเรียน 2 คน (เก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน) มีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับพอใช้ และนักเรียน 1 คน (อ่อน 1 คน) มีคะแนนเฉลี่ยการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับปรับปรุง

มณฑนา พรหมรักษ์ (2556, น.6, 165-166) ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหอวัง จำนวน 108 คน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ (1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา (2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญากับการเรียนแบบปกติ (3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา (4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญากับการเรียนแบบปกติ และ (5) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญา ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อน

เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (5) นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปในทิศทางที่ดีขึ้น

ภูษงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559, น.170-174) ทำการศึกษาการพัฒนา รูปแบบการสอน โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นปรากฏอัตลักษณ์ไทย สำหรับนิสิต ระดับปริญญาบัณฑิต การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาผลของรูปแบบการสอนโดย ใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นปรากฏอัตลักษณ์ไทย โดยการวิจัยแบ่ง ออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนออกแบบและ นักออกแบบจำนวน 10 ท่าน ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการสอน และระยะที่ 3 ศึกษาผลการใช้ รูปแบบการสอน ผลการวิจัยสรุปว่า (1) องค์ประกอบของรูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิง ออกแบบเป็นฐาน ประกอบด้วย โจทย์งานออกแบบ เนื้อหา ผู้สอน ผู้เรียน สื่อการสอน กิจกรรม และเปลี่ยนแปลงเรียนรู้ และการประเมินผล (2) คะแนนผลงานการออกแบบที่เป็นปรากฏอัตลักษณ์ไทยหลัง เรียนด้วยรูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

วรนิพิฏ์ พันธุ์หนองหว้า (2559, น.6,96) ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อ ความคิด ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กับกลุ่มที่ ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธี การเสริมต่อความคิด ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีความสามารถ ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ยังศึกษา พัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้เรียนรู้โดยใช้

กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้มีพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นตามลำดับ

จิรันธิน คงจีน (2560, น.6-9, 163-166) ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการจัดการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและการช่วยเสริมสร้างศักยภาพ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการจัดการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและการช่วยเสริมศักยภาพ โดยมีขั้นตอนการวิจัย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ศึกษาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการจัดการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ขั้นที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และขั้นที่ 3 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเนินพิทยาคม จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า (1) แนวคิดการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการจัดการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและการช่วยเสริมศักยภาพที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผู้สอนปรับเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและชี้แนะ ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย รับผิดชอบและกำกับการเรียนรู้ของตนเอง มีการสะท้อนคิดและปรับปรุงการเรียนรู้ให้ดีขึ้น (2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการจัดการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและการช่วยเสริมศักยภาพ ที่สร้างขึ้นมีชื่อว่า 2G-CPS Model มีกระบวนการเรียนรู้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ ขั้นที่ 2 ชี้นำประสบการณ์ ขั้นที่ 3 ร่วมมือแก้ปัญหา ประกอบด้วยการฝึกการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาหรือตั้งคำถาม ขั้นที่ 2 รวบรวม/การจัดการข้อมูล ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ และขั้นที่ 5 แบ่งปันสู่สาธารณะ โดยผลการตรวจสอบคุณภาพ พบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และ (3) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณกลุ่มเก่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จำนวนนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มอ่อนมีแนวโน้มลดลง

พันธยุทธ น้อยพินิจ (2560, น.8, 167-172) ได้ทำการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการ

แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาแนวทาง และผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นั้นหมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของสิ่งประดิษฐ์ ชิ้นงาน หรือกระบวนการ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยพิจารณาจากความสามารถทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ (1) ความสามารถในการค้นพบความจริง (2) ความสามารถในการค้นพบปัญหา (3) ความสามารถในการค้นพบแนวคิด (4) ความสามารถในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา และ (5) ความสามารถในการสร้างสรรค์ความรู้ ผลการวิจัย พบว่า (1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง ภาคตัดกรวย มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นให้แก่ นักเรียน สำหรับนำไปใช้ในการออกแบบ ชิ้นงานและแก้ปัญหา การเลือกใช้ปัญหาการออกแบบหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง และการออกแบบชิ้นงานที่ใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียนให้มีความหลากหลาย รวมถึงกระตุ้นนักเรียนให้ทำกิจกรรมร่วมกันอย่างสม่ำเสมอ (2) นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการค้นพบความจริง การค้นพบปัญหา และการค้นพบแนวคิด อยู่ในระดับมาก สำหรับความสามารถด้านการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา และการสร้างสรรค์ความรู้ อยู่ในระดับปานกลาง

ณัฐกรวิจิตร อยู่วิริยา (2562, น.6-8, 118-119) ศึกษาการพัฒนากระบวนการฝึกอบรมโดยใช้การคิดเชิงออกแบบผสมผสานระบบคลาวด์เทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สำหรับผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนากระบวนการฝึกอบรมโดยใช้การคิดเชิงออกแบบผสมผสานระบบคลาวด์เทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (2) เพื่อประเมินความตรงของกระบวนการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้น และ (3) เพื่อศึกษาผลการใช้กระบวนการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้น รูปแบบการวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 พัฒนากระบวนการฝึกอบรม ระยะที่ 2 ตรวจสอบความตรงของกระบวนการฝึกอบรม และระยะที่ 3 การใช้กระบวนการฝึกอบรม ผลการวิจัย พบว่า (1) กระบวนการฝึกอบรมโดยใช้การคิดเชิงออกแบบผสมผสานระบบคลาวด์เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 องค์ประกอบที่สำคัญ 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. ผู้ฝึกอบรม 2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรม 3. หลักสูตรในการอบรม 4. ระบบคลาวด์เทคโนโลยี 5. กิจกรรมการเรียนรู้ 6.การประเมินผล และส่วนที่ 2 กระบวนการฝึกอบรม

ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นการเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินการ 2. ขั้นการสร้างความสัมพันธ์มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาและท้าทายเป้าหมายที่จะเป็น 3. ขั้นการค้นหาความรู้ในส่วนที่เกี่ยวข้อง 4. ขั้นการประมวลผลความคิดเชิงออกแบบ 5. ขั้นการทบทวนความรู้เดิม 6. ขั้นการทำกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ 7. ขั้นการประเมินผล (2) ผลการประเมินความตรงกระบวนการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นเป็นที่ยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมีระดับ IOC=1.00 และ (3) ผลการใช้กระบวนการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นมีผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ด้วยตนเองอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 ผลการประเมินความสามารถรวมในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มอยู่ในระดับ ดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.48 และความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมการอบรมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ทั้งนี้ผู้วิจัยกล่าวว่า กระบวนการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ด้วยการบูรณาการวิธีการฝึกอบรม การคิดเชิงออกแบบ และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้

ชฎาภรณ์ เอกธรรมสุทธิ (2563, น.4-10) ทำการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการคิดเชิงออกแบบร่วมกับแนวคิดการสะท้อนคิดการปฏิบัติเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการคิดเชิงออกแบบร่วมกับแนวคิดการสะท้อนคิดการปฏิบัติเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและตรวจสอบการใช้ค่านิยามและการกำหนดองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างนวัตกรรมการพยาบาลโดยผู้เชี่ยวชาญ และระยะที่ 2 การสร้างและประเมินรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการสอน คู่มือ และแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยสรุปว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมการพยาบาล ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การเตรียมความพร้อมและสร้างแรงบันดาลใจ (2) ศึกษาข้อมูลและระบุประเด็นปัญหา (3) การสืบค้นข้อมูลและทวนสอบแนวทางการแก้ปัญหา (4) การสร้างและตรวจสอบต้นแบบนวัตกรรมการพยาบาล และ (5) การเผยแพร่และสะท้อนการเรียนรู้ ผลการประเมินพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.67 นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรมีการวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมหรือพัฒนาผลการเรียนรู้ในด้านอื่น ๆ เช่น การคิดเชิงนวัตกรรม เป็นต้น

3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

KIM, KWEK, MELTZER, & WONG (2013, pp.4-10) ทำการศึกษาโดยมีหัวข้อวิจัย “สถาปนิกห้องเรียน: นวัตกรรมระหว่างความคิดเชิงออกแบบและคณิตศาสตร์” งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 29 คน ในโรงเรียนระดับประถมศึกษาแห่งหนึ่งในประเทศแคลิฟอร์เนียตอนใต้ “สถาปนิกห้องเรียน” นี้เป็นหลักสูตรที่ยึดการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวคิดเชิงออกแบบร่วมกับการเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างห้องเรียนในอุดมคติรูปเสมือนจริง 3 มิติ โดยใช้ความรู้ เช่น การวัด รูปเรขาคณิต พื้นที่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายในห้องเรียน อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้มีการดัดแปลงมาจาก กระบวนการคิดเชิงออกแบบของ The Stanford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การค้นหาและความต้องการของผู้ใช้ ขั้นที่ 2 การสร้างความคิด ขั้นที่ 3 การสร้างต้นแบบ และขั้นที่ 4 การออกแบบซ้ำ ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ “สถาปนิกห้องเรียน” สามารถให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่คงทนในกระบวนการคิดเชิงออกแบบและความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นที่ทักษะการรู้คิด เช่น การแก้ปัญหา การคิดยืดหยุ่น ผลลัพธ์วิธีการที่หลากหลาย การเชื่อมโยง การนำเสนอ รวมถึงทักษะในการทำงานเป็นทีมและการประยุกต์ใช้มนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Lloyd (2013, p.749) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่เรียนรู้จากระยะทางไกล งานวิจัยอธิบายกระบวนการคิดเชิงออกแบบว่าเป็นการสอนในลักษณะของการออกแบบและพัฒนาความรู้เชิงประสบการณ์ โดยมุ่งเน้นปัญหาและการมีส่วนร่วมในสังคม หรือการทำงานเป็นทีมให้มากขึ้น โดยตั้งสมมติฐานว่าการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบสามารถส่งเสริมทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะความเป็นผู้นำ จากงานวิจัยพบว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบนี้ ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะทางความคิดสร้างสรรค์ที่นำไปพัฒนาจิตสำนึกและตระหนักรู้ในการมีส่วนร่วมต่อโลก และก่อให้เกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเป็นระบบ

Henriksen (2017, p.524) ทำการศึกษา การสร้าง STEAM (การบูรณาการ STEM กับศิลปะ) ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงคุณค่าในมุมมองที่กว้างขึ้นของ STEAM ที่เป็นการบูรณาการระหว่างศิลปะ วิทยาศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับครู รวมทั้งเป็นการบูรณาการแง่มุมของการเรียนรู้ STEAM ของนักเรียน ผลการวิจัย สามารถสรุปได้ว่า STEAM มีลักษณะที่เป็นการบูรณาการ

การเรียนรู้ของนักเรียน และการคิดเชิงออกแบบช่วยให้ครูสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น โดยครูจำเป็นต้องอาศัยภูมิหลัง ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ ในการทำงานข้ามสาขาวิชา ซึ่งกระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการสร้างสรรค์ของการแก้ปัญหา นอกจากนี้ การสะท้อนผลของผู้เข้าร่วมการวิจัยกล่าวว่า ตนเองรู้สึกเหมือนกำลังพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และรู้สึกว่าตนเองมีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานของตนตั้งแต่ต้นจนจบ

Li et al. (2019, pp.93,101) ทำการศึกษาการออกแบบและการคิดเชิงออกแบบใน สะเต็มศึกษา ในงานวิจัยกล่าวว่า การออกแบบและการคิดเชิงออกแบบมีความสำคัญต่อความคิด สร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน และการบูรณาการสะเต็มศึกษาจะมีความสำคัญ ในการเคลื่อนไหวและพัฒนาต่อการจัดการศึกษาเป็นอย่างมาก ซึ่งครูมีหน้าที่ช่วยให้นักเรียนเห็น ความสำคัญของกระบวนการออกแบบ การสร้างความคิด โดยเน้นที่กระบวนการแทนการมุ่งเน้น ไปที่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียว เช่น กิจกรรมการคิดเชิงออกแบบเพื่อการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด ที่ผ่านกระบวนการของการตั้งคำถาม การระดม ความคิด การวางแผน การสร้าง การปรับปรุง และการแบ่งปัน จะเห็นว่าการคิดเชิงออกแบบและ สะเต็มศึกษาเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ และการคิดเชิงออกแบบเป็นต้นแบบของการคิดที่สำคัญ ต่อนักเรียนทุกคน เนื่องจากการศึกษามุ่งเน้นไปที่นักออกแบบมืออาชีพ ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ นอกจากนี้ สะเต็มศึกษาจะเป็นรากฐานสำคัญในการ พัฒนาการเรียนการสอนที่ดีอีกด้วย

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีความมุ่งหมายของการวิจัย ได้แก่

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
3. เพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ประกอบด้วย การศึกษาข้อมูลในการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ การศึกษาข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบของครูและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลมาสร้างและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากนั้นแบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ เพื่อตอบความมุ่งหมายโดยมีรายละเอียดดังนี้

การศึกษาข้อมูลในการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการศึกษาโดยการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนที่เป็นครูในระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนรุ่งอรุณ เกี่ยวกับสิ่งที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. สร้างแบบสอบถามอัตรัยโดยมีคำถาม 1 ข้อ คือ ท่านมีวิธีการหรือแนวทางอย่างไรที่จะส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ พร้อมอธิบาย

2. ส่งแบบสอบถามไปยังผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนทางเรขาคณิต จำนวน 6 ท่าน โดยผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามคืน 4 ฉบับ

3. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม สามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 ครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียนให้มากที่สุด

3.2 สร้างกิจกรรม หรือใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ให้ครบทุกมุมมอง

3.3 ให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน เพื่อให้เห็นมุมมองที่แตกต่างหลากหลาย

การศึกษาข้อมูลในการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบของครู และนักเรียน เป็นการศึกษาข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 โรงเรียนรุ่งอรุณ ที่เรียนใน Digital Technology Studio และ Creative Media and Product Studio และครูที่มีความประสงค์ในการเข้าร่วมเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับนักเรียนทั้งสองสตูดิโอ ทำให้ครูและนักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ตลอดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โดยมี ดร. สุทัศน์ วรรณจง ผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นผู้สอน ทั้งนี้ผู้วิจัยแสดงขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาข้อมูล ดังนี้

1. สร้างแบบสอบถามอัตร้อยจำนวน 3 ข้อ ดังนี้

1.1 ท่านคิดว่ากระบวนการคิดเชิงออกแบบ ช่วยส่งเสริมความสามารถหรือทักษะในด้านใด พร้อมอธิบาย

1.2 ท่านคิดว่ากระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีข้อดีหรือข้อเสีย อย่างไรบ้าง พร้อมอธิบาย

1.3 หากท่านนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ท่านจะปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมสิ่งใดลงในกระบวนการ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น พร้อมอธิบาย (เฉพาะครู)

2. ส่งแบบสอบถามไปยังครูและนักเรียนที่มีประสบการณ์ในการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ให้ครูจำนวน 6 ฉบับ ส่งคืนมา 6 ฉบับ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 โรงเรียนรุ่งอรุณ ที่เรียนใน Digital Technology Studio และ Creative Media and Product Studio จำนวน 15 ฉบับ ส่งคืนมา 15 ฉบับ

3. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม สามารถสรุปได้ ดังนี้

3.1 ท่านคิดว่ากระบวนการคิดเชิงออกแบบ ช่วยเสริมสร้างความสามารถหรือทักษะในด้านใด พร้อมอธิบาย

3.1.1 การคิดอย่างเป็นระบบ เนื่องจากการคิดเชิงออกแบบมีการจัดระบบข้อมูลและขั้นตอนที่ชัดเจน

3.1.2 การคิดเป็นเหตุเป็นผล เนื่องจากต้องการอธิบายเหตุผล และร่วมกันแลกเปลี่ยนอยู่เสมอ

3.1.3 การทำความเข้าใจงาน เข้าใจปัญหา หรือจุดประสงค์ของงาน ได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น

3.1.4 การแก้ปัญหาที่ตรงจุด

3.1.5 การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์จากการทำงาน

3.2 ท่านคิดว่ากระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีข้อดีหรือข้อเสีย อย่างไรบ้าง พร้อมอธิบาย

3.2.1 ข้อดี

1) ช่วยให้เข้าใจปัญหาในเรื่องนั้นอย่างแท้จริง ทำให้งานที่ออกมาตรงตามเป้าหมายมากที่สุด

2) ได้วิธีการที่หลากหลาย แปลกใหม่ หรือเกิดนวัตกรรม

3.2.2 ข้อเสีย

1) ใช้เวลาทำกิจกรรมค่อนข้างนาน (ในกรณีที่เป็นโครงการใหญ่)

2) อาจจะต้องใช้คนจำนวนมากในการขอคำปรึกษา เพื่อให้ได้แนวคิดที่แตกต่าง หลากหลาย มากที่สุด

3) ต้องมีวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมและพร้อมสำหรับการออกแบบ

3.3 หากท่านนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ท่านจะปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมสิ่งใดลงในกระบวนการ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น พร้อมอธิบาย (เฉพาะครู)

3.3.1 มีการอธิบายแลกเปลี่ยนกันทุกขั้นตอน เพื่อเห็นมุมมองที่หลากหลาย

3.3.2 ใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง

3.3.3 ค้นหา และคาดการณ์แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ขึ้นสร้างชิ้นงานต้นแบบ

3.3.4 ให้อาจารย์เพิ่มเติมเมื่อต้องแก้ไข หรือปรับปรุงชิ้นงาน

จากข้อความข้างต้น ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลมาสร้างและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยแบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.1 การกำหนดกลุ่มนำร่อง

1.2 การกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1.4 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

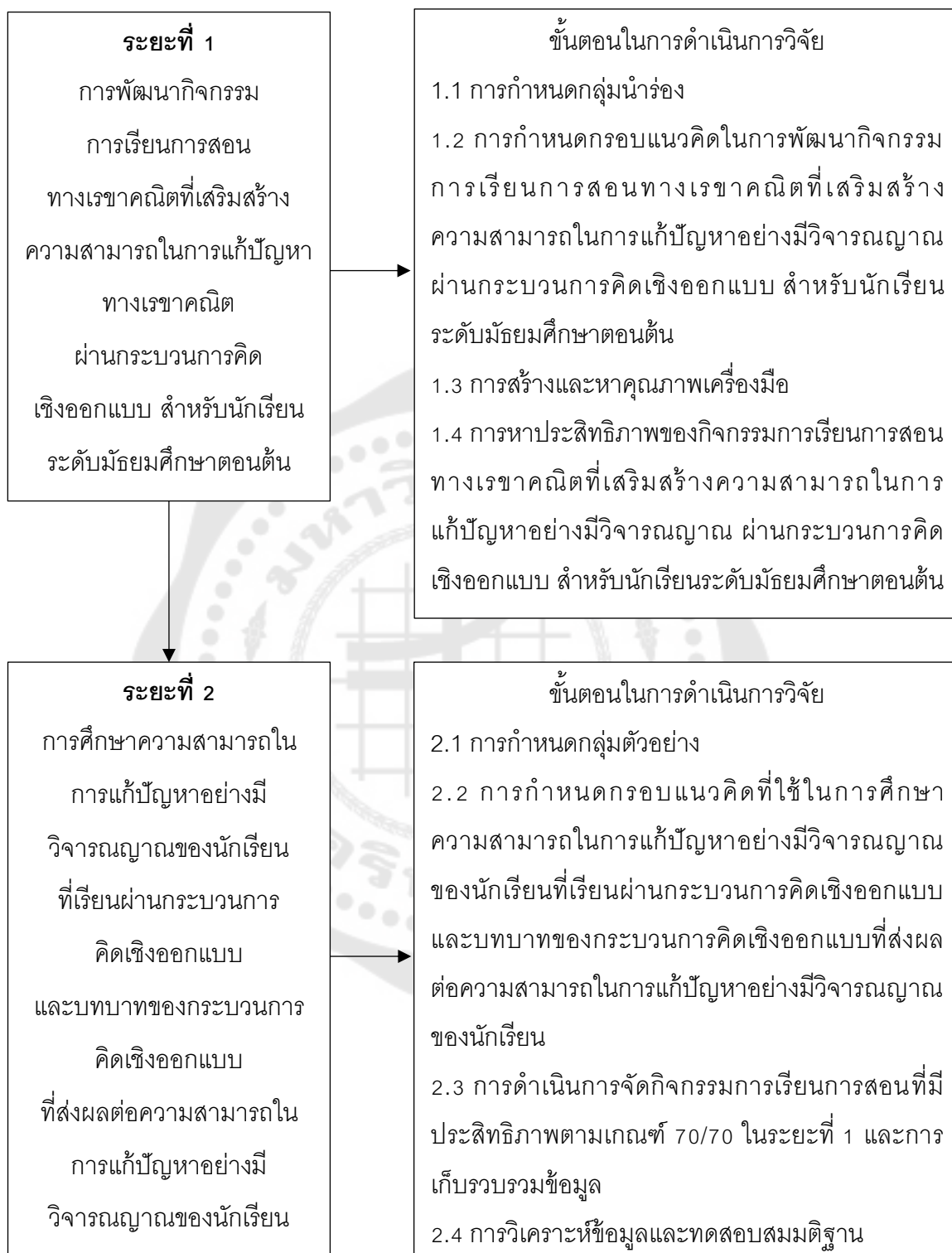
2.1 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

2.2 การกำหนดกรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

2.3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ในระยะที่ 1 และการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน

โดยการดำเนินการวิจัยทั้ง 2 ระยะ สามารถแสดงความสัมพันธ์และรายละเอียดของขั้นตอนการวิจัย ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 ระยะและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ในระยะที่ 1 มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1.1 การกำหนดกลุ่มนำร่อง

กลุ่มนำร่องที่ใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 27 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยทำการพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มละ 9 คน แล้วทำการทดลอง เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพเครื่องมือ 3 ครั้ง ดังนี้

1.1.1 การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เป็นนักเรียนจำนวน 3 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 1 คน กลุ่มปานกลาง 1 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.1.2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เป็นนักเรียนจำนวน 6 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 2 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน กลุ่มต่ำ 2 คน และไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.1.3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เป็นนักเรียนจำนวน 18 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 6 คน กลุ่มปานกลาง 6 คน กลุ่มต่ำ 6 คน และที่ไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคลและกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.2 การกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษาข้อมูลในการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบของครูและนักเรียน รวมถึงแนวคิดของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ แนวคิดการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และแนวทางการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณมาทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อแสวงหาแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1.2.1 จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยความสามารถ 4 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด (2) ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ (3) ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก และ (4) ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ และเพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ขั้นที่ 2 ติกรอบปัญหา (Define) ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

1.2.2 ขอบเขตของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดประเมินผลการเรียนรู้ ไปกิจกรรมการเรียนรู้ และผลเฉลย โดยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผนนี้ แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่มจำนวน 4 แผน แผนละ 150 นาที สลับกับ กิจกรรมรายบุคคลจำนวน 4 แผน แผนละ 100 นาที และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน แบบทดสอบละ 2 ข้อ แบบทดสอบละ 100 นาที รวมทั้งสิ้น 11 คาบเรียน โดยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการทำงานแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 3-4 คน แบบคณะความสามารถ โดยพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิต นักเรียนจะได้เรียนรู้ถึงกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีรายละเอียดในแต่ละกระบวนการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) เป็นขั้นเริ่มต้นที่ให้นักเรียนอ่าน ทำความเข้าใจ และพิจารณาสถานการณ์ปัญหา พร้อมระบุข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา โดยใช้วิธีต่าง ๆ ในการระบุข้อมูล เช่น การวาดรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง เป็นต้น ลงในใบกิจกรรม Empathy Map

ขั้นที่ 2 ติกรอบปัญหา (Define) เป็นการสังเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา ในขั้นที่ 1 โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยน แสดงความคิดเห็น พร้อมระบุประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) เป็นการระดมความคิดในการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่าง หลากหลาย แปลกใหม่ โดยไม่จำกัดความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา พิจารณาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ลงในใบกิจกรรม

My Solution รวบรวม แสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม และพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรม About My Solution พร้อมจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานต้นแบบต่อไป

ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นการแสดงคำตอบของปัญหาลงในใบกิจกรรม About Prototype และแปลงความคิดจากการตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาให้ออกมาเป็นรูปธรรม พร้อมลงมือสร้างชิ้นงานต้นแบบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบทางกายภาพใดก็ได้ที่สามารถเห็นและสัมผัสได้ เช่น การสื่อสารผ่านกระดาษนิรภัย การแสดงละคร การสร้างแบบจำลองวัตถุสิ่งของ อินเทอร์เน็ต ภาพ 2 มิติ 3 มิติ หรือการเขียนสตอรี่บอร์ด เป็นต้น โดยอาศัยความรู้ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และประสบการณ์เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test) เป็นการพิจารณาผลลัพธ์ โดยการตรวจสอบคำตอบในใบกิจกรรม Recheck พร้อมตรวจสอบชิ้นงานต้นแบบกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา สิ่งสถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ หรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา รวมทั้งแก้ไขคำตอบในใบกิจกรรมและปรับปรุงชิ้นงานต้นแบบให้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้น

โดยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ 4 ด้าน ประกอบด้วย

1) ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด โดยวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา พร้อมระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

2) ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ โดยการระบุแผนการดำเนินการ ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูล พร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา ในกรณีที่นักเรียนระบุมากกว่า 1 แผนการดำเนินการ นักเรียนจะทำการเลือกพร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกแผนการนั้น

3) ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก โดยการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในการแสดงคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องในการแก้ปัญหาอยู่เสมอ

4) ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ โดยการพิจารณาตรวจทานผลลัพธ์และคำตอบกับเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา พร้อมปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์และคำตอบให้ถูกต้อง

นอกจากนี้ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณ์ญาณ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างมีวิจารณ์ญาณที่แบ่งระดับความสามารถในแต่ละด้าน สำหรับการออกแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณ รวมทั้งการสร้างข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์ บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณ์ญาณ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 28 ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่าน กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างมีวิจารณ์ญาณ	ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณ ประกอบด้วย
ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหา อย่างละเอียด	<ul style="list-style-type: none"> - ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา - ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นใน การแก้ปัญหา - ระบุความต้องการที่แท้จริงของปัญหา - ระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการ แก้ปัญหาอย่างรอบคอบ	<ul style="list-style-type: none"> - ระบุแผนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา - ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ - ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา - พิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลที่ใช้ ในการแก้ปัญหา - อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา
ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตาม แนวทางที่ตัดสินใจเลือก	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ พร้อมตรวจสอบ การแสดงผลลัพธ์หรือคำตอบให้ตรงตามเงื่อนไขอยู่เสมอ
ด้านการตรวจสอบและปรับปรุง ผลลัพธ์	<ul style="list-style-type: none"> - พิจารณาตรวจทานผลลัพธ์และคำตอบกับเงื่อนไขและ ความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา - ปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์และคำตอบให้ถูกต้องตรงตาม เงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา

ทั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี
 วิจารณ์ญาณ โดยการแบ่งระดับความสามารถในแต่ละด้านโดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 29 เกณฑ์การประเมินด้านพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด

ระดับคะแนน ความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน
4	ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น ระบุส่วนที่เป็น เจาะลึกหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุความต้องการที่ แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการ ทราบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
3	ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น ระบุส่วนที่เป็น เจาะลึกหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน แต่ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา ระบุส่วนที่เป็นปัญหา หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ถูกต้อง ครบถ้วน หรือ ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น ระบุส่วนที่เป็น เจาะลึกหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน แต่ ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และระบุส่วนที่เป็นปัญหา หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ได้ไม่ครบถ้วน หรือไม่ชัดเจน
2	ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น ระบุส่วนที่เป็น เจาะลึกหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุความต้องการที่ แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการ ทราบ ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
1	ระบุข้อมูลเพียงส่วนใดส่วนหนึ่ง
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

ตาราง 30 เกณฑ์การประเมินด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา
อย่างรอบคอบ

ระดับคะแนน ความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน
6	ระบุแผนการดำเนินการในการแก้ปัญหา ระบุรายละเอียดในการแก้ปัญหาได้ เป็นลำดับขั้นตอน และแสดงถึงความเป็นไปได้ในการค้นหาผลลัพธ์หรือคำตอบของสถานการณ์ปัญหา ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ครบถ้วนและสอดคล้องกับรายละเอียดในการแก้ปัญหาข้างต้น พร้อมพิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูล และอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหาได้
5	ระบุแผนการดำเนินการในการแก้ปัญหา ระบุรายละเอียดในการแก้ปัญหาที่แสดงถึงความเป็นไปได้ในการค้นหาผลลัพธ์หรือคำตอบของสถานการณ์ปัญหา แต่ยังไม่เป็นลำดับขั้นตอน ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ครบถ้วนและสอดคล้องกับรายละเอียดในการแก้ปัญหาข้างต้น พร้อมพิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูล และอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหาได้
4	ระบุแผนการดำเนินการในการแก้ปัญหา ระบุรายละเอียดในการแก้ปัญหาได้ เป็นลำดับขั้นตอน และแสดงถึงความเป็นไปได้ในการค้นหาผลลัพธ์หรือคำตอบของสถานการณ์ปัญหา แต่ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ไม่ครบถ้วนหรือไม่สอดคล้องกับรายละเอียดในการแก้ปัญหาข้างต้น ทำให้ไม่สามารถพิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูล รวมทั้งการอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล

ตาราง 30 (ต่อ)

ระดับคะแนน ความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน
3	<p>ระบุแผนการดำเนินการในการแก้ปัญหา ระบุรายละเอียดในการแก้ปัญหาที่แสดงถึงความเป็นไปได้ในการค้นหาผลลัพธ์หรือคำตอบของสถานการณ์ปัญหา แต่ยังไม่เป็นลำดับขั้นตอน ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วนหรือไม่สอดคล้องกับรายละเอียดในการแก้ปัญหาข้างต้น ทำให้ไม่สามารถพิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูล รวมทั้งการอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล</p> <p>หรือ</p> <p>ระบุแผนการดำเนินการในการแก้ปัญหา รายละเอียดในการแก้ปัญหาที่แสดงถึงความเป็นไปได้ในการค้นหาผลลัพธ์หรือคำตอบของสถานการณ์ปัญหา แต่ยังไม่เป็นลำดับขั้นตอน ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนและสอดคล้องกับรายละเอียดในการแก้ปัญหาข้างต้น แต่ไม่พิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูล และไม่อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหาได้</p>
2	ระบุเพียงแผนการดำเนินการในการแก้ปัญหา และระบุรายละเอียดในการแก้ปัญหาที่แสดงถึงความเป็นไปได้ในการค้นหาผลลัพธ์หรือคำตอบของสถานการณ์ปัญหา แต่ยังไม่เป็นลำดับขั้นตอน
1	ระบุเพียงแผนการดำเนินการในการแก้ปัญหา
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

ตาราง 31 เกณฑ์การประเมินด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก

ระดับคะแนน ความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน
5	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขครบถ้วนหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่แสดงถึงผลลัพธ์หรือคำตอบของปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
4	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขครบถ้วนหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ได้มากกว่า 70% แต่ยังไม่ครบถ้วน
3	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นไปตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 50% แต่ไม่ถึง 70%
2	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นไปตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 30% แต่ไม่ถึง 50%
1	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นไปตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 10% แต่ไม่ถึง 30%
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

ตาราง 32 เกณฑ์การประเมินด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์

ระดับคะแนน ความสามารถ	เกณฑ์การประเมิน
5	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์และคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด พร้อมสรุปคำตอบ หรือ</p> <p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด และทำการปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์และคำตอบให้ถูกต้องทั้งหมด พร้อมสรุปคำตอบ</p>
4	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์หรือคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด แต่ทำการปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบแต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด และสรุปคำตอบ หรือ</p> <p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด แต่ไม่สรุปคำตอบ</p>
3	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้องเกินครึ่งแต่ไม่ครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และปรับปรุงผลลัพธ์หรือคำตอบในส่วนที่ตรวจทานให้ถูกต้อง และสรุปคำตอบ หรือ</p> <p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์และคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด แต่เมื่อพบข้อผิดพลาดแล้วไม่ทำการปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบให้ถูกต้อง</p>
2	แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้องเกินครึ่งแต่ไม่ครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และปรับปรุงผลลัพธ์ในส่วนที่ตรวจทานให้ถูกต้อง แต่ไม่สรุปคำตอบ
1	สรุปเพียงคำตอบ โดยไม่ตรวจทานผลลัพธ์หรือคำตอบ
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

1.2.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

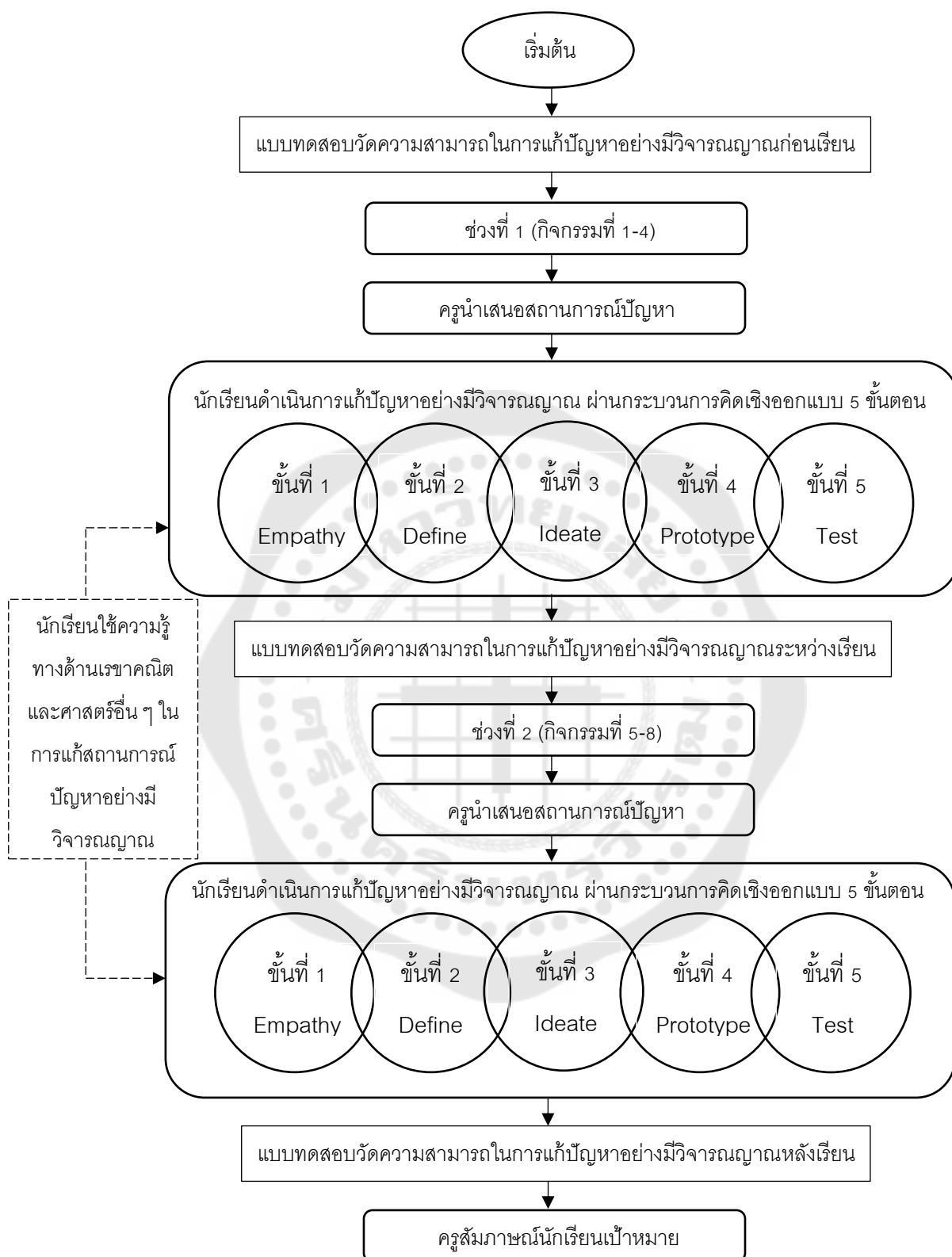
กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่ม จำนวน 4 แผน แผนละ 150 นาที สลับกับ กิจกรรมรายบุคคลจำนวน 4 แผน แผนละ 100 นาที และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน แบบทดสอบละ 2 ข้อ แบบทดสอบละ 100 นาที รวมทั้งสิ้น 11 คาบเรียน ซึ่งผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แสดงลำดับการจัดกิจกรรมดังตาราง 33

ตาราง 33 ลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ช่วง	คาบที่	กิจกรรมที่ / หน่วยการเรียนรู้ (สาระการเรียนรู้)	ประเภท	เวลา
Pre-test	1	ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน	รายบุคคล	100
ช่วงที่ 1	2	กิจกรรมที่ 1 สานความตั้งใจสุดท้ายของลุงเพียร (พื้นที่ของรูปเรขาคณิต)	กลุ่ม	150
	3	กิจกรรมที่ 2 งาดำชื่อตั้งย่านบางรัก (ปริมาตรและพีทาโกรัส)	รายบุคคล	100
	4	กิจกรรมที่ 3 Slip Slide Slider (อัตราส่วนตรีโกณมิติ)	กลุ่ม	150
	5	กิจกรรมที่ 4 น้ำผึ้งมะนาว (ปริมาตร)	รายบุคคล	100
Between-test	6	ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน	รายบุคคล	100
ช่วงที่ 2	7	กิจกรรมที่ 5 หลังคาบ่อปลาจารย์ (อัตราส่วนตรีโกณมิติ)	กลุ่ม	150
	8	กิจกรรมที่ 6 ส่งไม้คิวคว่ำแชมป์ (ภาพคลี่และพีทาโกรัส)	รายบุคคล	100
	9	กิจกรรมที่ 7 จัดโต๊ะให้ครูธี (มุมมองภาพเรขาคณิตสามมิติและพื้นที่)	กลุ่ม	150
	10	กิจกรรมที่ 8 กล่องเล็กในลังใหญ่ (ปริมาตร)	รายบุคคล	100
Post-test	11	ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน	รายบุคคล	100

จากนั้นผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายหลังการทดลอง เพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

ผู้วิจัยออกแบบแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แสดงดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 แนวทางการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.3 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายละเอียด ดังนี้

1.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วย

1. เครื่องมือสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เครื่องมือสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดประเมินผลการเรียนรู้ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ และผลเฉลย โดยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผนนี้ แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่มจำนวน 4 แผน แผนละ 150 นาที สลับกับ กิจกรรมรายบุคคลจำนวน 4 แผน แผนละ 100 นาที เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิต และไม่เกินระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2 เครื่องมือสำหรับการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

เครื่องมือสำหรับการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน มีรายละเอียดดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน
 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน เป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในรูปแบบของข้อสอบอัตนัยที่ไม่คุ้นเคย เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนตอนต้น ก่อนที่จะเรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 2 ข้อ (ใช้ในระยะเวลาที่ 2 จำนวน 1 ข้อ) โดยแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน เป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในรูปแบบของข้อสอบอัตนัยที่ไม่คุ้นเคยและมีลักษณะเป็นคู่ขนานเชิงโครงสร้างกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังจากสิ้นสุดกิจกรรมที่ 4 และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 2 ข้อ (ใช้ในระยะเวลาที่ 2 จำนวน 1 ข้อ) โดยแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน
 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน เป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในรูปแบบของข้อสอบอัตนัยที่ไม่คุ้นเคยและมีลักษณะเป็นคู่ขนานเชิงโครงสร้างกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและระหว่างเรียน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังสิ้นสุดกิจกรรมที่ 8 และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 2 ข้อ (ใช้ในระยะเวลาที่ 2 จำนวน 1 ข้อ) โดยแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

3. เครื่องมือสำหรับการศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

เครื่องมือสำหรับการศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน คือ แบบสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน จำนวน 20 ข้อ เพื่อสอบถามนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบกับงานเขียนในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ใบกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนเป้าหมาย

1.3.2 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตของเครื่องมือแต่ละชนิด

กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบเขตของเครื่องมือสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เครื่องมือสำหรับการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และเครื่องมือสำหรับการศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

2. ดำเนินการสร้างเครื่องมือสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

หลังจากที่ศึกษาข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบของครูและนักเรียน ผู้วิจัยนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาสร้างความต้องการที่เป็นไปได้ ต่อมาผู้วิจัยทำการรวบรวมสถานการณ์ปัญหาทางเรขาคณิตที่เกี่ยวข้องและน่าสนใจ และนำมาปรับเปลี่ยนเงื่อนไขให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน จนได้เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 8 กิจกรรม

แล้วแสดงกระบวนการในการค้นหาผลเฉลย รวมถึงแนวทางที่เป็นไปได้ แล้วจึงดำเนินการออกแบบและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดประเมินผลการเรียนรู้ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ และผลเฉลย

นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมทางภาษาที่ใช้ โดยรายการประเมินในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินจะต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป ที่แปลความได้ว่าเหมาะสมมาก พร้อมทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ตามที่กำหนด

3. ดำเนินการสร้างเครื่องมือสำหรับการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

การสร้างเครื่องมือสำหรับการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน
สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในรูปแบบของข้อสอบอัตนัยที่ไม่คุ้นเคย เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนที่จะเรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 2 ข้อ (ใช้ในระยยะที่ 2 จำนวน 1 ข้อ) โดยแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปริก จากนั้นนำแบบทดสอบก่อนเรียนเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมทางภาษาที่ใช้ จากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนตามที่กำหนด

3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน
สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในรูปแบบของข้อสอบอัตนัยที่ไม่คุ้นเคยและมีลักษณะเป็นคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังจากสิ้นสุดกิจกรรมที่ 4 และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 2 ข้อ (ใช้ในระยะเวลาที่ 2 จำนวน 1 ข้อ) โดยแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก จากนั้นนำแบบทดสอบระหว่างเรียนเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมทางภาษาที่ใช้ จากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนตามที่กำหนด

3.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน
สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน เป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในรูปแบบของข้อสอบอัตนัยที่ไม่คุ้นเคยและมีลักษณะเป็นคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียนและระหว่างเรียน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังสิ้นสุดกิจกรรมที่ 8 และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จำนวน 2 ข้อ (ใช้ในระยะเวลาที่ 2 จำนวน 1 ข้อ) โดยแต่ละข้อมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก จากนั้นนำแบบทดสอบหลังเรียนเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมทางภาษาที่ใช้ จากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนตามที่กำหนด

4. ดำเนินการสร้างเครื่องมือสำหรับการศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

สร้างแบบสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน เพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 20 ข้อ จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขเมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมทางภาษาที่ใช้ จากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนตามที่กำหนด

1.4 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มนำร่อง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 27 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยทำการพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มละ 9 คน แล้วทำการทดลอง โดยนำคะแนนจากกิจกรรมรายบุคคลและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพ E1/E2 ซึ่ง E1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ จำนวน 3 ครั้ง ดังนี้

1.4.1 การหาประสิทธิภาพรายบุคคล

เป็นนักเรียนจำนวน 3 คน ที่จากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 1 คน เพื่อตรวจสอบชุดภาษา ความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยนักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพกลุ่มต่อไป

1.4.2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย

เป็นนักเรียนจำนวน 6 คน จากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน และไม่เป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มรายบุคคล เพื่อตรวจสอบชุดภาษา ความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยนักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพในกลุ่มต่อไป

1.4.3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม

เป็นนักเรียนจำนวน 18 คน จากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน และไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคลและกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบชุดภาษา ความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยนักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้กลุ่มนําร่อง เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพเครื่องมือ 3 ครั้ง ได้แก่ การหาประสิทธิภาพรายบุคคล การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย และการหาประสิทธิภาพภาคสนาม หลังจากทำการทดลอง จากนั้นผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมมากขึ้น รวมทั้งทำการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ โดยคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป จากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ก่อนนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในลำดับต่อไป

ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

ในระยะที่ 2 มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ ทั้งหมด 24 คน โดยการสุ่มแบบชั้นภูมิ ซึ่งผู้วิจัยทำการพิจารณาคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ จากนั้นจับกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3-4 คน แบบละความสามารถในแต่ละกลุ่ม ซึ่งจะทำให้แต่ละกลุ่มมีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แล้วทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากทั้ง 4 ห้อง ห้องละ 2 กลุ่ม (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2562, น.156-159)

นอกจากนี้ผู้วิจัยเลือกนักเรียนเป้าหมาย (Target Students) จำนวน 10 คน เพื่อทำการสัมภาษณ์ถึงบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ประกอบกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ งานเขียนในใบกิจกรรมการเรียนการสอน และชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนเป้าหมาย โดยมีหลักการเลือกนักเรียนเป้าหมาย ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการเรียงลำดับนักเรียนตามผลต่างสูงสุดไปน้อยสุดของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนกับหลังเรียน ทั้งนี้กรณีที่มีผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนกับหลังเรียนเท่ากัน ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนที่น้อยกว่าขึ้นก่อน

2. ผู้วิจัยทำการพิจารณาเลือกนักเรียนเป้าหมายจากการเรียงลำดับนักเรียน ดังนี้

นักเรียนที่มีผลต่างมากที่สุดของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับก่อนเรียน จำนวน 2 คน

นักเรียนที่มีผลต่างสูงสุดของ ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนกับก่อนเรียน “มากกว่า” ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับระหว่างเรียน จำนวน 2 คน

นักเรียนที่มีผลต่างสูงสุดของ ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนกับก่อนเรียน “น้อยกว่า” ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับระหว่างเรียน จำนวน 2 คน

นักเรียนที่มีผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนกับก่อนเรียน “เท่ากับ” ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับระหว่างเรียน จำนวน 2 คน

นักเรียนที่มีผลต่างน้อยสุดของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนกับหลังเรียน จำนวน 2 คน

2.2 การกำหนดกรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

การกำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ แนวคิดการจัดการเรียนการสอนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และแนวทางการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณมาทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

2.2.1 จุดมุ่งหมายของการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ประกอบด้วย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ โดยพิจารณา 4 ด้าน ดังนี้

1) ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด โดยวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา พร้อมระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งจำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ทั้งนี้

2) ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ โดยการระบุแผนการดำเนินการ ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูล พร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา ในกรณีที่มีนักเรียนมากกว่า 1 แผนการดำเนินการ นักเรียนจะทำการเลือกพร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกแผนการนั้น

3) ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก โดยการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในการแสดงคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องในการแก้ปัญหาอยู่เสมอ

4) ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ โดยการพิจารณาตรวจทานผลลัพธ์และคำตอบกับเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา พร้อมปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์และคำตอบให้ถูกต้อง

2. เพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง พฤติกรรมหรือการกระทำอย่างหนึ่งของนักเรียนในการเรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยใช้การสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมาย ประกอบกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ งานเขียนในใบกิจกรรมการเรียนการสอน และชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนเป้าหมาย

2.3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ในระยะที่ 1 และการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ในระยะที่ 1 และการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โดยมีแผนการวิจัย และการดำเนินการทดลอง ดังนี้

2.3.1 แบบแผนการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งทำการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองรูปแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวน 1 ปัจจัย แบบวัดซ้ำ (Single-factor Repeated Measure Design) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยดังนี้

R(E)	O1	X	O2	X	O3	Y
------	----	---	----	---	----	---

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E	หมายถึง	กลุ่มตัวอย่าง
X	หมายถึง	การใช้กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
O1	หมายถึง	การวัดประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน
O2	หมายถึง	การวัดประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน
O3	หมายถึง	การวัดประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน
Y	หมายถึง	การใช้แบบสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

2.3.2 การดำเนินการทดลอง

ในการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลองทั้งหมด 11 คาบเรียน แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่ม 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 150 นาที กิจกรรมรายบุคคล 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน 3 คาบเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบฉบับละ 50 นาที โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ผู้วิจัยทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน
2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 กิจกรรม (กิจกรรมที่ 1-4) โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอน
3. ผู้วิจัยทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน
4. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 กิจกรรม (กิจกรรมที่ 5-8) โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอน
5. ผู้วิจัยทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน
6. ผู้วิจัยทำการหาหน้กเรียนเป้าหมายจำนวน 10 คน
7. ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมาย เพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ งานเขียนในกิจกรรมการเรียนการสอน และชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนเป้าหมาย

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน มีรายละเอียด ดังนี้

2.4.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มาทำการค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ทดสอบสมมติฐานว่า นักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณญาณในระยะก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองแตกต่างกัน

3. วิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่ของข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวน 1 ปัจจัย แบบวัดซ้ำ

ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้หลักการในการควบคุมความแปรปรวนในการวิจัยที่เรียกว่า “หลักการของแมกซ์-มิน-คอน (Max-Min-Con Principle)” Kerlinger (1986, pp.284-290) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การเพิ่มความแปรปรวนที่มีระบบให้มีค่าสูงสุด (Maximization of Systematic Variance) โดยผู้วิจัยทำการพิจารณาคะแนนของกลุ่มประชากรที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนสูง ปานกลาง และต่ำ จากนั้นจับกลุ่มนักเรียน 3-4 คน แบบลดความสามารถในแต่ละกลุ่ม ก่อนทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากทั้ง 4 ห้อง ห้องละ 2 กลุ่ม

การลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนให้เหลือน้อยที่สุด (Minimization of Error Variance) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทุกชิ้นผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ จำนวน 5 ท่าน อีกทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยยังผ่านการหาประสิทธิภาพรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม ก่อนนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอีกด้วย

การควบคุมความแปรปรวนที่เนื่องมาจากอิทธิพลของตัวแปรแทรกซ้อน (Control of Extraneous Variables) โดยผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบชั้นภูมิในการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

2.4.2 การวิเคราะห์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

มีขั้นตอนการวิเคราะห์ (ชาย โพธิ์สิตา, 2564, น. 248-270) ดังนี้

1. จัดระเบียบข้อมูลจากการสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนเป้าหมาย
2. ให้รหัสข้อมูลโดยการ Coding คำหรือประโยคเกี่ยวข้อง และมีประโยชน์ต่องานวิจัย
3. กำหนดประเด็นสำคัญโดยการสร้าง Themes จากข้อมูลที่ให้รหัสไว้ โดย Themes จะมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
4. แสดงรายละเอียดของประเด็นสำคัญ โดยการเพิ่มหลักฐานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ งานเขียนในใบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน และชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนเป้าหมาย
5. อธิบายข้อมูลถึงข้อค้นพบที่ได้จากการสัมภาษณ์ ที่ผ่านการให้รหัสอย่างความหมาย สอดคล้อง หรือเกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนด พร้อมเพิ่มหลักฐานที่เกี่ยวข้อง

2.4.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา
2. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน 1 ปัจจัย แบบวัดซ้ำ (Single-factor Repeated Measure Design)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีความมุ่งหมายของการวิจัย ได้แก่

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

3. เพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยเป็น 2 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละระยะมีรายละเอียด ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนี้ ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปดำเนินการทดลองกับกลุ่มนำร่อง โดยผู้วิจัยทำการพิจารณาคะแนนของนักเรียน

ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนในระดับสูง ปานกลาง และ ต่ำ ซึ่งผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การหาประสิทธิภาพรายบุคคล

การหาประสิทธิภาพรายบุคคล มีความมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับนักเรียนจำนวน 3 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 1 คน กลุ่มปานกลาง 1 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน โดยผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากนั้นนำคะแนนจากกิจกรรมรายบุคคลและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนมาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ 70/70 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 34

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพรายบุคคลของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ประสิทธิภาพของกระบวนการ			ประสิทธิภาพของผลลัพธ์		
คะแนนเต็ม	คะแนนรวม ทั้งหมด	E1	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม ทั้งหมด	E2
140	320	76.19	40	89	74.17
ประสิทธิภาพรายบุคคลของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิต 76.19/74.17					

จากตาราง 34 พบว่า ประสิทธิภาพรายบุคคลของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยมีค่าเฉลี่ย 76.19/74.17 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้าง

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยผลจากการหาประสิทธิภาพรายบุคคลมีปัญหาค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง แสดงดังตาราง 35

ตาราง 35 ปัญหาค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง จากการหาประสิทธิภาพรายบุคคลของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมที่	หน่วยการเรียนรู้	ปัญหาค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง
1	สถานความตั้งใจ สุดท้ายของลุง เพียร	นักเรียนใช้เวลาเกินที่กำหนด เนื่องจาก ชี้นำเข้าสู่บทเรียนนักเรียน ร่วมอภิปรายหลังดูวิดีโอที่ศึกันก่อนข้างนาน และในกิจกรรม มีเงื่อนไขค่อนข้างมาก ทำให้ไม่สามารถสร้างชิ้นงานต้นแบบได้ เสร็จตามเวลาที่กำหนด
		นักเรียนยังไม่เข้าใจความหมายหรือสิ่งที่ต้องระบุในใบกิจกรรม Empathy Map
2	งาดำชื่อดังย่าน บางรัก	นักเรียนใช้เวลาในการระบุข้อมูลในชั้น Empathy และ การระดมความคิดในชั้น Ideate เกินกว่าที่กำหนด
3	Slip Slide Slider	นักเรียนเกิดความสับสนภาพที่ใช้ในใบกิจกรรมที่ 3 เนื่องจาก ภาพสไลด์เตอร์สร้างขึ้นจากด้านข้าง (Side View) แต่ภาพขอบสระ เป็นภาพที่สร้างจากด้านบน (Top View)
		นักเรียนใช้เวลาในการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรม About My Solution เกินกว่าที่กำหนด
		นักเรียนไม่สามารถลงมือแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About Prototype ได้
4	น้ำผึ้งมะนาว	นักเรียนใช้เวลาทดลองผสมน้ำผึ้งมะนาวในชั้นนำเข้าสู่บทเรียน มากกว่าเวลาที่กำหนด
		เนื่องจากกิจกรรม “น้ำผึ้งมะนาว” มีความยืดหยุ่นของคำตอบ คือ 628.5 – 633.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำให้นักเรียนใช้ เวลานานในการออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์

ตารางที่ 35 (ต่อ)

กิจกรรมที่	หน่วยการเรียนรู้	ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง
5	หลังคาบ่อปลา คาร์ป	นักเรียนไม่สามารถคำนวณเพื่อหาส่วนต่างๆ ของหลังคาคลุมบ่อปลาคาร์ปได้
		นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานต้นแบบได้ แต่เสาของหลังคาคลุมบ่อปลาคาร์ปไม่แข็งแรงเท่าที่ควร เนื่องจาก นักเรียนใช้อัตราส่วนในการสร้างชิ้นงานต้นแบบเป็น 1 เมตร ต่อ 10 เซนติเมตร
6	ส่งไม้คิ้วคว่ำ แชมป์	นักเรียนเกิดความสับสนความยาวของไม้คิ้วสติกเกอร์จาก 110 เซนติเมตร เป็น 120 เซนติเมตร
7	จัดโต๊ะให้ครู	เนื่องจากใบกิจกรรม About Prototype มีลักษณะเป็นช่องตาราง ทำให้นักเรียนไม่สามารถวาดชิ้นงานต้นแบบออกมาได้ชัดเจนเท่าที่ควร
		นักเรียนไม่คำนวณความหนาของกระดาษชานอ้อย ทำให้บางส่วนของชิ้นงานต้นแบบไม่สามารถประกอบเข้ากันได้
8	กล่องเล็กในลัง ใหญ่	นักเรียนใช้เวลาในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ (โมเดลกระดาษ) มากกว่าเวลาที่กำหนด

จากตาราง 35 จะเห็นว่าในแต่ละกิจกรรมมีปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง ซึ่งผู้วิจัยมีแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งสิ่งที่พบเห็นเพิ่มเติม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 สานความตั้งใจสุดท้ายของลูกเพียร ผู้วิจัยทำการตัดต่อวิดีโอใน ส่วนที่สำคัญเพื่อให้มีเวลาในการอภิปรายเพิ่มขึ้น ลดเงื่อนไขในกิจกรรม จำนวน 1 เงื่อนไข จากห้องนอนของลูกแฝด 2 ห้อง เป็นลูกแฝดนอนห้องเดียวกัน และอธิบายความหมายหรือ สิ่งที่ต้องระบุใน Empathy Map เช่น What she see หมายถึง สิ่งที่เธอเห็นว่าเป็นปัญหา

กิจกรรมที่ 2 งดาคำชื่อดังย่านบางรัก ผู้วิจัยขยายเวลาในขั้น Empathy จาก 10 นาที เป็น 10-15 นาที และในขั้น Ideate จาก 5-10 นาที เป็น 10-15 นาที ทั้งนี้ ในขั้น Prototype นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานต้นแบบ ได้เร็วกว่าเวลาที่กำหนด ประมาณ 10 นาที นอกจากนี้ผู้วิจัยพบเห็นเพิ่มเติมว่า นักเรียนจำนวน 1 คน ระบุขนาดของกล่องได้หลากหลายรูปแบบ แล้วทำการเลือกขนาดกล่องภายหลัง ก่อนนำขนาดที่เลือกไปสร้างชิ้นงานต้นแบบ

กิจกรรมที่ 3 Slip Slide Slider ผู้วิจัยปรับภาพในใบกิจกรรม พร้อมอธิบายภาพในใบกิจกรรมเพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น ขยายเวลาในขั้น Ideate จาก 10-15 นาที เป็น 15-20 นาที และแสดงตัวอย่างเพื่อทบทวนการหาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้หลักการหาจากอัตราส่วนตรีโกณมิติ

กิจกรรมที่ 4 น้ำผึ้งมะนาว ผู้วิจัยปรับขั้นนำเข้าสู่บทเรียนจากให้นักเรียนผสมน้ำผึ้งมะนาวเป็นการดื่ม น้ำผึ้งมะนาวที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ แล้วเฉลยตอนท้ายว่า “สูตรน้ำผึ้งมะนาวนี้เป็นของดี” และขยายเวลาในขั้น Ideate จาก 5-10 นาที เป็น 10-15 นาที นอกจากนี้ผู้วิจัยพบเห็นเพิ่มเติมว่า นักเรียนจำนวน 1 คน ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบภาพสามมิติและภาพคลี่ จากนั้นนักเรียนค่อยนำภาพคลี่มาใส่ขนาดในส่วนต่าง ๆ ภายหลัง

กิจกรรมที่ 5 หลังคาบ่อปลาคาร์ป ผู้วิจัยแบ่งคำถามย่อย ให้นักเรียนคิดทีละขั้นตอน เช่น ความสูงของเสาด้านเตี้ยเป็นเท่าไร ความสูงของเสาด้านยาวเป็นเท่าไร และความกว้างของหลังคาเป็นเท่าไร และจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทำเสา เช่น ตะเกียบ และดินน้ำมัน สำหรับปักเสาหลังคาให้มีความแข็งแรงมากขึ้น หรือผู้วิจัยควรแนะนำให้นักเรียนสร้างชิ้นงานต้นแบบเป็น 1 เมตร ต่อ 5 เซนติเมตร

กิจกรรมที่ 6 ส่งไม้คิ้วคว่ำแซมบี ผู้วิจัยควรอธิบายถึงที่มาของความยาวไม้คิ้วว่า จากไม้คิ้วยาว 110 เซนติเมตร เมื่อนำพลาสติกกันกระแทกมาพันรอบไม้คิ้วจะเกิดความหนาขึ้น ทำให้ไม่สามารถใส่กล่องในแนวทะแยงได้ ทางร้านจึงให้คิดความยาวเพื่อไว้ 10 เซนติเมตร รวมเป็น 120 เซนติเมตร

กิจกรรมที่ 7 จัดโต๊ะให้ครูผู้วิจัยจัดเตรียมกระดาษสำหรับการออกแบบชิ้นงานต้นแบบให้นักเรียน และเน้นย้ำถึงความหนาของวัสดุที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ

กิจกรรมที่ 8 กล่องเล็กในลังใหญ่ ผู้วิจัยควรให้นักเรียนทำชิ้นงานต้นแบบ (โมเดลกระดาษ) เพียง 1 ชั้น แต่เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนอธิบายการจัดวางในลังใหญ่ให้ชัดเจน

ตอนที่ 2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย

ในการหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย มีความมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับนักเรียนจำนวน 6 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 1 คน กลุ่มปานกลาง 1 คน กลุ่มต่ำ 1 คน และไม่เป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มรายบุคคล โดยผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากนั้นนำคะแนนจากกิจกรรมรายบุคคลและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน มาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ 70/70 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 36

ตาราง 36 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อยของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ประสิทธิภาพของกระบวนการ			ประสิทธิภาพของผลลัพธ์		
คะแนนเต็ม	คะแนนรวมทั้งหมด	E1	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมทั้งหมด	E2
140	655	77.98	40	182	75.83
ประสิทธิภาพกลุ่มย่อยของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิต 77.98/75.83					

จากตาราง 36 พบว่า ประสิทธิภาพกลุ่มย่อยของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยมีค่าเฉลี่ย 77.98/75.83 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยผลจากการหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อยมีปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง แสดงดังตาราง 37

ตาราง 37 ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง จากการหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อยของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมที่	หน่วยการเรียนรู้	ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง
1	สานความตั้งใจ สุดท้ายของลุง เพียร	จากการสร้างชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนพบว่า ห้องนอนของ ลูกแฝดเกิดความไม่สมจริงเนื่องจากมีขนาดค่อนข้างเล็กเกินไป
2	งาดำชื่อดังย่าน บางรัก	นักเรียนตั้งคำถามว่า สามารถคำนวณหรือสร้างเป็นรูปทรงอื่น ได้หรือไม่
3	Slip Slide Slider	นักเรียน 1 คน ไม่สามารถตรวจสอบผลลัพธ์ในขั้น Test ได้
4	น้ำผึ้งมะนาว	นักเรียนที่มีความต้องการออกแบบและสร้างชิ้นงานต้นแบบใน ลักษณะพีระมิด เกิดความสับสนระหว่าง ส่วนสูงหรือสูงตรง กับสูงเอียงของพีระมิด
5	หลังคาบ่อปลา คาร์ป	จากการสร้างชิ้นงานต้นแบบพบว่า ความสูงขนาดของบ่อปลา คาร์ปเกิดความไม่สมจริง
6	ส่งไม้คิวคว่ำ แชมป์	นักเรียนเกิดความสับสนหรือหลงลืมความหนาของกล่องใส่ ไม้คิวสติกเกอร์ที่ต้องมากกว่า 10 เซนติเมตร
7	จัดโต๊ะให้ครูดี	-
8	กล่องเล็กในลัง ใหญ่	-

จากตาราง 37 จะเห็นว่าในกิจกรรมมีปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง ซึ่งผู้วิจัยมี
แนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งสิ่งที่
พบเห็นเพิ่มเติม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 สานความตั้งใจสุดท้ายของลุงเพียร ผู้วิจัยทำการแก้ไขขนาดของ
ห้องนอนลูกแฝด จาก 12 ตารางเซนติเมตร เป็น 24 ตารางเซนติเมตร

กิจกรรมที่ 2 งาดำชื่อดังย่านบางรัก ผู้วิจัยระบุในกิจกรรมให้ชัดเจนว่าเป็นกล่อง
ปริซึมสำหรับใส่งาดำ

กิจกรรมที่ 3 Slip Slide Slider ผู้วิจัยได้ทำการแนะนำวิธีการตรวจคำตอบโดยใช้ความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส นอกจากนี้ผู้วิจัยพบเห็นว่า เมื่อนักเรียนใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติในการหาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ด้านหนึ่งแล้ว นักเรียนกลุ่มหนึ่ง ใช้ความรู้ทางทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาความยาวด้านที่เหลือแทนการใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

กิจกรรมที่ 4 น้ำผึ้งมะนาว ผู้วิจัยทำการอธิบายวิธีการหาค่าสูงเฉียง โดยใช้สื่อพีระมิดในลักษณะสามมิติช่วย เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

กิจกรรมที่ 5 หลังคาบ่อปลาคาร์ป ผู้วิจัยปรับขนาดบ่อปลาคาร์ปจากสูง 1 เมตร เป็น สูง 1.2 เมตร นอกจากนี้ นักเรียนทั้งสองกลุ่มต้องการออกแบบและสร้างชิ้นงานต้นแบบแตกต่างกัน โดยกลุ่มแรกสร้างหลังคาแบบเพิงหมาแหงน และอีกกลุ่มหนึ่งสร้างหลังคาแบบหน้าจั่ว

กิจกรรมที่ 6 ส่งไม้ควิวคว่าแซมปี ผู้วิจัยอธิบายตัวอย่างภาพคลี่กล่องของบริษัท paypoint service จาก 1 กล่องเป็น 2 กล่อง และกำกับถึงความหนาของกล่องจากภาพคลี่ที่ยกตัวอย่าง

กิจกรรมที่ 7 จัดโต๊ะให้ครูดี เมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานต้นแบบโดยใช้อัตราส่วนย่อขนาดให้เล็กลงแล้ว ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ได้อย่างสมจริง ซึ่งไม่ได้เป็นสิ่งที่ผิดหรือเป็นปัญหาในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ แต่ผู้วิจัยเห็นว่า นักเรียนควรสร้างชิ้นงานขนาดจริงเพื่อนำชิ้นงานต้นแบบนั้นไปใช้งานอย่างอื่นได้จริงต่อไป นอกจากนี้ ในกิจกรรมที่ 7 นักเรียนจะใช้เวลาในการอภิปราย ถกเถียง และร่วมกันตกลงค่อนข้างนาน แต่ในขั้นสร้างชิ้นงานต้นแบบนักเรียนสามารถแบ่งงาน เช่น วาด ตัด และประกอบชิ้นงานต้นแบบได้เร็วขึ้น

กิจกรรมที่ 8 กล่องเล็กในลังใหญ่ ผู้วิจัยสร้างลังลูกบาศก์ขนาดตามสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพของลังใหญ่ และเพื่อให้นักเรียนนำชิ้นงานต้นแบบมาทำการตรวจสอบได้อีกด้วย

ตอนที่ 3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม

ในการหาประสิทธิภาพภาคสนาม มีความมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัย และหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นกับนักเรียนจำนวน 18 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 6 คน กลุ่มปานกลาง 6 คน กลุ่มสูง 6 คน และไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคลและกลุ่มย่อย โดยผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากนั้นนำคะแนนจากกิจกรรมรายบุคคลและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน มาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ 70/70 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 38

ตาราง 38 การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพภาคสนามของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ประสิทธิภาพของกระบวนการ			ประสิทธิภาพของผลลัพธ์		
คะแนนเต็ม	คะแนนรวม ทั้งหมด	E1	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม ทั้งหมด	E2
140	1971	78.21	40	542	75.28
ประสิทธิภาพภาคสนามของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิต 78.21/75.28					

จากตาราง 38 พบว่า ประสิทธิภาพภาคสนามของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยมีค่าเฉลี่ย 78.21/75.28 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยผลจากการหาประสิทธิภาพภาคสนามมีปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง แสดงดังตาราง 39

ตาราง 39 ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง จากการหาประสิทธิภาพภาคสนามของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมที่	หน่วยการเรียนรู้	ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง
1	สถานความตั้งใจ สุดท้ายของลูก เพียร	นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม จาก 6 กลุ่ม ไม่สามารถสร้างชิ้นงาน ต้นแบบได้ตามเวลาที่กำหนด
2	งาดำชื่อดังย่าน บางรัก	-
3	Slip Slide Slider	-
4	น้ำผึ้งมะนาว	-
5	หลังคาบ่อปลา คาร์ป	-
6	ส่งไม้ คิว คิว แชมป์	นักเรียนสอบถามถึงความยาวของไม้คิวสติกเกอร์ พร้อมตั้ง คำถามว่า สามารถคำนวณได้มากกว่า 120 เซนติเมตร หรือไม่
7	จัดโต๊ะให้ครูดี	นักเรียนกลุ่มหนึ่งสอบถามความกว้างและความยาวของโต๊ะ ทำงานครูดี ซึ่งจะส่งผลต่อการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ต้นแบบของนักเรียน
8	กล่องเล็กในถัง ใหญ่	-

จากตาราง 39 จะเห็นว่าในบางกิจกรรมมีปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง ซึ่งผู้วิจัย
ได้มีแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งสิ่ง
ที่พบเห็นเพิ่มเติม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 สานความตั้งใจสุดท้ายของลุงเพียร ผู้วิจัยควรใช้เวลาเพิ่มแก่นักเรียนที่ยังสร้างชิ้นงานต้นแบบไม่เสร็จ หรืออาจต้องคอยกระตุ้นเมื่อเห็นท่าที่ของนักเรียนในการทำงานกับช่วงเวลาที่เหลือ นอกจากนี้ผู้วิจัยเห็นว่า การจัดกิจกรรมในครั้งนี้มีจำนวนกลุ่มมากขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาและแนวทางในการสร้างชิ้นงานต้นแบบที่หลากหลาย ซึ่งนับเป็นห้องเรียนที่มีความสนุกสนานมากขึ้น

กิจกรรมที่ 2 งดาคี๋ดองย่านบางรัก ผู้วิจัยพบว่า ร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด สามารถคำนวณและระบุขนาดของกล่องงาดำได้หลากหลายรูปแบบ ก่อนตัดสินใจเลือกสร้างชิ้นงานต้นแบบเพียง 1 ชิ้น และนักเรียนร่วมกันเรียนรู้ว่า ขนาดของกล่องที่แตกต่างกันจะทำให้หลอดมีความยาวที่แตกต่างกัน

กิจกรรมที่ 4 น้ำผึ้งมะนาว ผู้วิจัยพบว่านักเรียนในห้องมีความพยายามในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน รวมถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ผสมผสานหลายรูปทรง ทำให้ผู้วิจัยต้องช่วยมองบรรจุภัณฑ์ และกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดในการสร้างภาพคลี่ พร้อมระบุขนาดอย่างละเอียด

กิจกรรมที่ 6 ส่งไม้ควิว้าแซมบี้ ผู้วิจัยเพิ่มเงื่อนไขจากไม้ควิว้ามีความยาว 120 เซนติเมตร เป็น อย่างน้อย 120 เซนติเมตร

กิจกรรมที่ 7 จัดโต๊ะให้ครูดี ผู้วิจัยเพิ่มขนาดโต๊ะครูดีมีความกว้าง 1 เมตร และความยาว 1.2 เมตร

กิจกรรมที่ 8 กล่องเด็กในลังใหญ่ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความพยายามออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน และมีนักเรียนที่ออกแบบปริซึมฐานสามเหลี่ยมซึ่งเป็นรูปทรงที่ผู้วิจัยไม่ได้คาดการณ์คำตอบไว้ในตอนแรก

ทั้งนี้ ในระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ผลการหาประสิทธิภาพภาคสนามมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แต่ยังคงพบปัญหา/สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาด แล้วจึงนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 24 คน ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพกลุ่มตัวอย่าง แสดงดังตาราง 40

ตาราง 40 การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพกลุ่มตัวอย่างของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ประสิทธิภาพของกระบวนการ			ประสิทธิภาพของผลลัพธ์		
คะแนนเต็ม	คะแนนรวม ทั้งหมด	E1	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม ทั้งหมด	E2
140	2659	79.14	20	356	74.17
ประสิทธิภาพกลุ่มตัวอย่างของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิต 79.14/74.17					

จากตาราง 40 พบว่า ประสิทธิภาพกลุ่มตัวอย่างของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 79.14/74.17 เพื่อเป็นการยืนยันว่า เมื่อนำกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มาใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้ว เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ยังคงมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

การศึกษาศาสมารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ จากนั้นนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ตอนที่ 2 บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

1.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

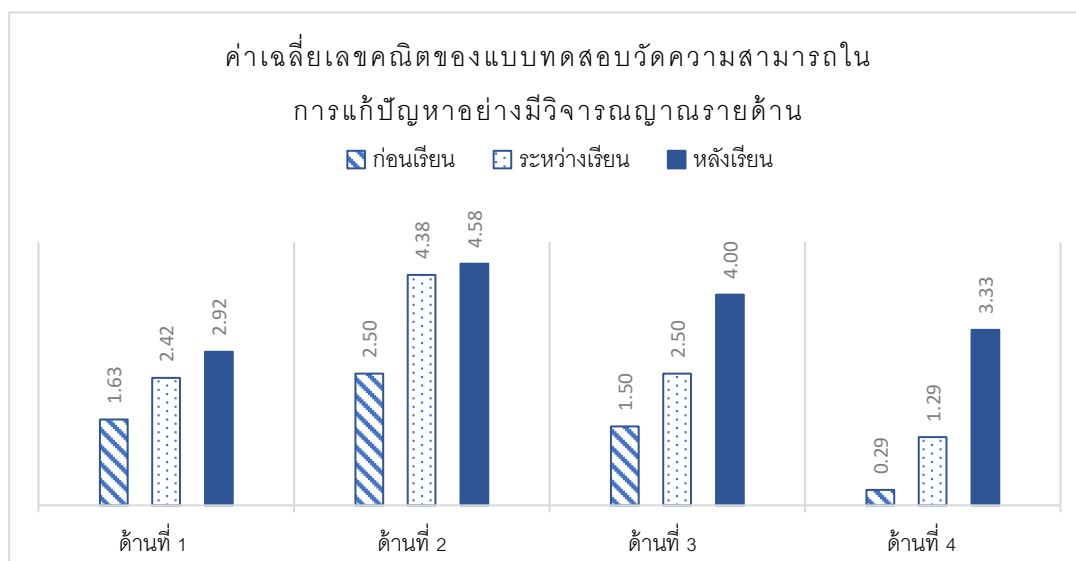
ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มาทำการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 41

ตาราง 41 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

ด้าน ที่	คะแนน เต็ม (คะแนน)	แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ					
		ก่อนเรียน		ระหว่างเรียน		หลังเรียน	
		ค่าเฉลี่ย เลขคณิต (\bar{X})	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต (\bar{X})	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต (\bar{X})	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
1	4	1.63	0.49	2.42	0.50	2.92	0.41
2	6	2.50	1.02	4.38	0.65	4.58	0.58
3	5	1.50	0.96	2.50	1.22	4.00	0.88
4	5	0.29	0.73	1.29	1.16	3.33	0.87
รวม	20	5.92	2.06	10.58	2.45	14.83	1.95

จากตาราง 41 พบว่า คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นตามลำดับ โดยคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 5.92 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.06 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 10.58 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.45 และคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถ

ในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 14.83 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.95 นอกจากนี้ผู้วิจัยพบเห็นเพิ่มเติมว่า คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณรายด้านมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตที่สูงขึ้นอีกด้วย แสดงดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณรายด้าน

จากภาพประกอบ 14 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณที่สูงขึ้นในทุกด้าน โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ในด้านที่ 1 การพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด เท่ากับ 1.63, 2.42 และ 2.92 ตามลำดับ ด้านที่ 2 การวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ เท่ากับ 2.50, 4.38 และ 4.58 ตามลำดับ ด้านที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก เท่ากับ 1.50, 2.50 และ 4.00 ตามลำดับ และด้านที่ 4 การตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ เท่ากับ 0.29, 1.29 และ 3.33 ตามลำดับ

1.2 การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยว่า นักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระยะก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองแตกต่างกัน ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน 1 ปัจจัยแบบวัดซ้ำ ภายใต้สมมติฐานการวิจัยทางสถิติที่ว่า

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \text{มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่}$$

โดยที่ μ_1 แทน คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน

μ_2 แทน คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนเรียน

μ_3 แทน คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน

แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 42

ตาราง 42 ผลการทดสอบสมมติฐานความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

ผลการวิเคราะห์	จำนวนนักเรียน	df	F	p-value
ความสามารถ	(คน)			
กลุ่มตัวอย่าง	24	1.682	206.089	.000

จากตาราง 42 พบว่า นักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระยะก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองที่แตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (p-value < 0.001) นั่นคือปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

1.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เพื่อทำการเปรียบเทียบรายคู่ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ แสดงผลการเปรียบเทียบดังตาราง 43

ตาราง 43 ผลเปรียบเทียบคะแนนรายคู่ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

การประเมิน	(I) ช่วงเวลา	(J) ช่วงเวลา	ความแตกต่าง ของค่าเฉลี่ย	ความคลาด เคลื่อนมาตรฐาน	p-value ^b
ความสามารถ ในการ แก้ปัญหา อย่างมี วิจารณญาณ	หลังการ ทดลอง	ก่อนการ ทดลอง	8.917*	0.414	.000
		ระหว่างการ ทดลอง	4.250*	0.366	.000
	ระหว่างการ ทดลอง	ก่อนการ ทดลอง	4.667*	0.542	.000

จากตาราง 43 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองกับก่อนการทดลองมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เท่ากับ 8.917* ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองกับระหว่างการทดลองมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.250* และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการทดลองกับก่อนการทดลองมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.667* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (p-value <0.001)

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระยะก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองแตกต่างกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียน และคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตอนที่ 2 บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

สำหรับการศึกษารoles บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ผู้วิจัยทำการเลือกนักเรียนเป้าหมายจำนวน 10 คน โดยมีรายละเอียดในการเลือก ดังนี้

นักเรียนคนที่ 1 (นร.1) และ นักเรียนคนที่ 2 (นร.2) เป็นนักเรียนที่มีผลต่างมากที่สุดของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับก่อนเรียน

นักเรียนคนที่ 3 (นร.3) และ นักเรียนคนที่ 4 (นร.4) เป็นนักเรียนที่มีผลต่างสูงสุดของผลต่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนกับก่อนเรียน “มากกว่า” ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับระหว่างเรียน

นักเรียนคนที่ 5 (นร.5) และ นักเรียนคนที่ 6 (นร.6) เป็นนักเรียนที่มีผลต่างสูงสุดของผลต่างคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนกับก่อนเรียน “น้อยกว่า” ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับระหว่างเรียน

นักเรียนคนที่ 7 (นร.7) และ นักเรียนคนที่ 8 (นร.8) เป็นนักเรียนที่มีผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียนกับก่อนเรียน “เท่ากับ” ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนกับระหว่างเรียน

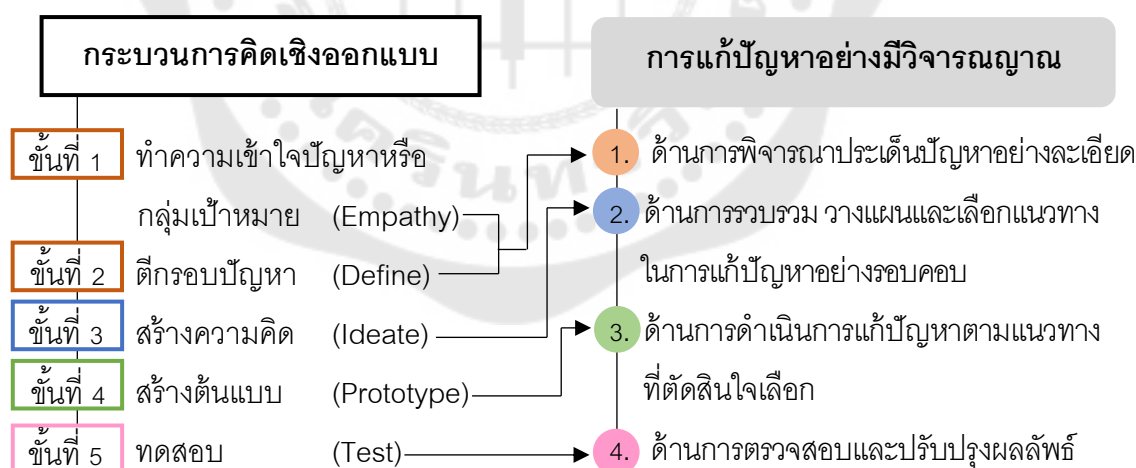
นักเรียนคนที่ 9 (นร.9) และ นักเรียนคนที่ 10 (นร.10) เป็นนักเรียนที่มีผลต่างน้อยสุดของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนกับหลังเรียน

เมื่อได้นักเรียนเป้าหมาย ผู้วิจัยนำขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพตามแนวคิดของ ชาย โพธิสิตา (2564, น. 248-270) มาทำการวิเคราะห์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โดยทำการวิเคราะห์จากเทปบันทึกการสัมภาษณ์ ซึ่งทำการขออนุญาตนักเรียนเป้าหมายทุกคน ก่อนการบันทึก ประกอบกับงานเขียนในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี

วิจารณ์ญาณ ใบกิจกรรมการเรียนการสอน และชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนเป้าหมาย ที่ผ่านการจัดการเรียนการสอนในแต่ละช่วง ดังนี้

ช่วง Pre-Test	คาบเรียนที่ 1
ช่วงที่ 1	คาบเรียนที่ 2 – 5 (กิจกรรมที่ 1 - 4)
ช่วง Between-Test	คาบเรียนที่ 6
ช่วงที่ 2	คาบเรียนที่ 7 – 10 (กิจกรรมที่ 5 - 8)
ช่วง Post-Test	คาบเรียนที่ 11

ผู้วิจัยทำการคัดเลือกสิ่งที่นักเรียนกระทำในกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา (Define) ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) และขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณ 4 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด (2) ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ (3) ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก และ (4) ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ แสดงดังภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 กระบวนการคิดเชิงออกแบบในแต่ละขั้นที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณ์ญาณในแต่ละด้าน

ทั้งนี้ผู้วิจัยแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ผลในแต่ละด้าน ดังนี้

2.1 ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด

การศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) และขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา (Define) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรย์ญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด ผู้วิจัยทำการพิจารณาผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 1-2 ประกอบกับงานเขียนหรือสิ่งที่นักเรียนกระทำในกระบวนการทั้งสองขั้น และงานเขียนในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรย์ญาณ ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการจัดระเบียบข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายทั้ง 10 คน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย: 1.1 เมื่อนักเรียนเห็นสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไร

นร.1: งง ไม่ค่อยเข้าใจอยู่บ้าง บางทีข้อมูลที่อ่านอาจไม่ค่อยเชื่อมต่อกัน และเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ยาวมาก หรือบทนำเรื่องยาวไปกว่าที่จะเข้าสู่เนื้อหาจริง ๆ

นร.2: ในตอนแรกรู้สึกที่น่าจะไม่สนุกแน่ ๆ เพราะเป็นวิชาคณิตศาสตร์ แต่พอได้ลงมือปฏิบัติแล้วก็รู้สึกสนุกและเห็นว่าเป็นโจทย์ที่สำคัญกับชีวิตของเราในอนาคต

นร.3: เป็นสถานการณ์ที่ยาวต้องอ่าน 2-3 รอบ เพื่อค่อย ๆ จับใจความ

นร.4: คิดว่าเป็นโจทย์ที่ Base on to Story ดี เป็นโจทย์ที่ใกล้เคียงความจริง และดูเชื่อมกับชีวิตจริงได้ง่าย

นร.5: รู้สึกว่าเป็นโจทย์ที่ยาว มีความซับซ้อน และดูเป็นโจทย์ในชีวิตจริงมากกว่าที่เคยพบเห็นมา

นร.6: เป็นสถานการณ์ที่อยู่ในชีวิตจริง แต่บางเรื่องอาจจะไม่ค่อยสมจริงเท่าไร และเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ยาว ซึ่งปัญหาจริง ๆ อาจไม่ได้ยาวมาก เนื่องจากมีเนื้อเรื่องอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง แต่ก็ดูเข้ากันได้ดี

นร.7: เป็นโจทย์ที่ทุกคนจะต้องพบเจอในชีวิตจริงอยู่แล้ว และเป็นโจทย์ที่ยาว

นร.8: เป็นโจทย์ปัญหาที่อาจจะต้องเจอจริง ๆ ในชีวิต แต่บางโจทย์ก็อาจจะไม่สมจริงหรือดูไกลตัวไปนิดนึง

นร.9: ไม่รู้สึกอะไร แต่รู้สึกว่าต้องหาคำตอบจากปัญหา

นร.10: รู้สึกว่าเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน

ผู้วิจัย: 1.2 เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนพบตัวลงหรือข้อมูลที่ไม่ต้องใช้บ้างหรือไม่

- นร.1: พบเจอ
- นร.2: เห็นว่ามีบางอย่างที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น โจทย์ถามหาตารางเมตรแต่ให้เวลา มาซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้อง
- นร.3: พบเจอในช่วงเกริ่นนำสถานการณ์ซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ปัญหา
- นร.4: มีบ้าง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเรื่องราว แต่ไม่ได้เป็นส่วนในการแก้ปัญหา
- นร.5: ก็มี
- นร.6: พบเจออยู่เป็นจำนวนมาก
- นร.7: เจอ
- นร.8: พบเจอ
- นร.9: มีบ้างในช่วงแรก ๆ ของสถานการณ์ ซึ่งถ้าอ่านพลาดไปเพียงนิดเดียว ก็จะมีผิดได้
- นร.10: ก็มี

ผู้วิจัย: 1.3 ก่อนที่นักเรียนจะระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง/ส่วนที่เป็นเงื่อนไข/ส่วนที่เป็นปัญหา ลงใน Empathy Map หรือหลังจากที่นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาเสร็จแล้ว นักเรียนทำอะไรกับสถานการณ์ปัญหานั้น

- นร.1: อ่านสถานการณ์ปัญหา แล้วทำสัญลักษณ์จำเอง ไม่ค่อยได้ทำการไฮไลต์ แต่จะเป็นการเทียบใบสถานการณ์พร้อมใส่ข้อมูลลงใบกิจกรรม Empathy Map ไปเลย โดยมีสองใบกิจกรรมสุดท้ายที่ใช้ไฮไลต์ข้อความที่มีความสำคัญ
- นร.2: อ่านว่าสถานการณ์ปัญหาเขาถามอะไร จะต้องใช้อะไรในการคำนวณบ้าง แล้วไฮไลต์สิ่งที่ต้องการและเขียนสิ่งที่ไม่ต้องการลงไป
- นร.3: ไฮไลต์ส่วนที่สำคัญ และใช้ไฮไลต์อีกสีในส่วนที่เขาต้องการ เพื่อแยกแยะข้อมูล และจะทำให้เขียนได้ง่ายขึ้น
- นร.4: อ่านให้ครบก่อน มีการขีดเส้นใต้ ดูว่าเขาต้องการอะไร มีอะไรที่จำเป็นบ้าง และขีดฆ่าสิ่งที่ไม่ใช้ออกเลย
- นร.5: อ่านก่อนหนึ่งรอบเพื่อจับใจความ อ่านอีกหนึ่งรอบเพื่อจับประเด็น และค่อยเริ่มเขียนแต่ละอย่างลงในใบ Empathy Map ด้วยภาษาของตนเอง โดยมีการใช้ไฮไลต์บ้าง เวลาทำงานกลุ่ม แต่หากเป็นงานเดี่ยวจะไม่ค่อยใช้ เนื่องจากชอบให้หน้ากระดาษดูสะอาด

นร.6: ไฮไลต์ส่วนที่สำคัญและเอาปากกาขีดป้ายทั้งกรณี que คิดว่าเสียงโดนหลอก

นร.7: จะมีการขีดข้อความที่เขาต้องการให้ทำ แต่รายละเอียดสำคัญจะนำไป

เขียนแยกต่างหากในใบ Empathy Map เลย

นร.8: อ่านก่อนหนึ่งรอบ ขีดเส้นใต้อันที่ต้องใช้ ขีดฆ่าอันที่ไม่จำเป็นออกก่อน และหากบางกรณี que คิดไม่ออกก็วาดรูป หรือเขียนอะไรสักอย่างเพื่อให้เข้าใจมากขึ้น

นร.9: อ่านทั้งหมดก่อนหนึ่งรอบ นำดินสอหรือไฮไลต์ขีดสิ่งที่เชื่อมโยงกับสิ่งที่ โจทย์ถามมากที่สุด และหากรู้สึกว่ามีสิ่งใดไม่เกี่ยวข้องก็จะขีดทิ้งไป

นร.10: อย่างแรกก็ต้องอ่านให้เข้าใจก่อนว่า ปัญหาคืออะไร ต้องแก้ตรงจุด ไตบ้าง และมีการขีดเส้นตรงช่วงที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา

จากคำถามข้อ 1.3 จะเห็นว่า นักเรียนแต่ละคนจะมีวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลใน สถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกัน โดยมีนักเรียนจำนวน 5 ใน 10 คน ใช้ไฮไลต์ทำสัญลักษณ์ ข้อความที่มีความจำเป็นหรือสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ นักเรียนจำนวน 4 ใน 10 คน ทำการ ขีดเส้นใต้ข้อความที่มีความสำคัญ ข้อความที่จำเป็น หรือข้อความที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา และ ทำการขีดฆ่าข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาออก โดยแสดงตัวอย่าง ร่องรอยดังภาพประกอบ 16-19

ใบกิจกรรมที่ 2 งานค้าซื้อตั้งย่านบางรัก

ชกหลิม เจ้าของร้านค้า ย่านบางรัก กำลังเคี้ยววงตาเพื่อเตรียมออกขาย

มด ลูกสาววัย 14 ปี เข้าไปซักถามชกหลิม พ่อของเธอว่า

มด : ป้าคะ ป้าขายงาดำมากี่ปีแล้วหรือคะ

ชกหลิม : ป้าขายตั้งแต่อายุ 24 ปี จนตอนนี้มีอายุ 56 ปีแล้ว

มด : ทำไมป้าเลือกขายงาดำล่ะคะ

ชกหลิม : จริง ๆ หน่าตั้งแต่น้ามาอยู่แล้วนะ

ป้าก็รับมือต่อจากอามาเช่นกัน และงาดำเนี่ย มีสรรพคุณมาก ๆ เช่น ช่วยบำรุงผิวพรรณ ซ่อมแซม เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน เสริมสุขภาพ สลายไขมัน บำรุง การหนีบขา ตะคิว บำรุงกระดูก หลับง่าย หลับสบาย และอีกหลายอย่างเลยลูก

มด : สรรพคุณเยอะขนาดนี้ งาดำนี้จะมีปริมาณเท่าไรหรือคะ

ชกหลิม : ป้าคัก **3 กระบวย กระบวยละประมาณ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร** นะ

มด : แล้วป้าคิดราคาเท่าไรหรือคะ

ชกหลิม : แรก ๆ ป้าขายถุงละ 10 บาท แล้วก็ขึ้นมาเป็น 15 บาท จนตอนนี้ **ขายถุงละ 20 บาท**

มด : แล้วป้าจะขึ้นราคอีกไหมคะ

ชกหลิม : จริง ๆ มันจะขึ้นราคาเมื่อของแพงขึ้น แต่ตอนนี้ป้าหาทางเพิ่มมูลค่างานค้าอยู่

มีคนติดต่อป้ามาว่า ถ้าป้าทำได้ส่งขายจะไปวางขายต่อ เราจะได้มีรายได้เพิ่มขึ้นด้วย

มด : แล้วใช้หลอดดูดได้ใช้ไหมคะ

ชกหลิม : ได้ ๆ ป้าต้องไปถามร้านทำกล่องปริซึ่มมาแล้ว ถ้า **ปริมาตรงาดำประมาณนี้เขา คิดค่ากล่องพร้อมกับหลอดคงไม่แพง ราคา 3.50 บาท** แต่ป้ายังคิดไม่ออกเลยว่า **ป้าต้อง ทำกล่องขนาดเท่าใด** ถ้าทำเป็นกล่องขึ้นมาได้ ป้าก็จะส่งให้คนที่มาติดต่อราคา 25 บาท และวางขายหน้าร้านกล่อง 30 บาท ได้สบาย ๆ เลยหน่า

ถ้านักเรียนจำลองตนเองเป็นมด นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเหลือจากเหตุการณ์นี้อย่างไร

ภาพประกอบ 16 ร่องรอยการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 3

4 × 6 × 6

“ฟังนะ ลุงซื้อกล่องลังลูกบาศก์ขนาด 6 เซนติเมตร มาหนึ่งพันใบ เพื่อจะใส่สบู่ 6 กลิ่น ได้แก่ กลิ่น กาแฟ กลิ่นแอลมอน กลิ่นมินต์ กลิ่นกุหลาบ กลิ่นเบอร์รี่ และกลิ่นนม แล้วลุงก็จะส่งไปขายที่สหกรณ์ชุมชน เพราะมันเป็นของที่มาจากหมู่บ้านเราทั้งนั้น ส่งไปขายที่กรุงเทพฯ และขายในออนไลน์ โดยสหกรณ์และที่ กรุงเทพฯ เขาจะหักจากราคาที่ตั้ง 5% ส่วนถ้าขายในออนไลน์ ลุงจะต้องเสียให้แหล่งที่ส่งขาย 10% จากราคาที่ตั้งไว้”

○ ลุงยังไม่ได้ผลิตใช้ใหม่ครับ

“ใช่ ๆ ลุงยังไม่ผลิต เพราะลุงไม่รู้ว่าจะเรียงหรือใส่สบู่ทั้ง 6 ก่อนนี้ลังลูกบาศก์อย่างไรดี โดยแต่ละก่อนจะต้องใส่บรรจุภัณฑ์ที่ ไม่อย่างนั้นสบู่อาจจะละลายติดกันได้ มันเลยทำให้ลุงไม่สามารถส่งโรงงานทำแม่พิมพ์ผลิตสบู่ออกมาได้นะ”

○ แล้วทั้ง 6 กลิ่น ต้องมีปริมาณเท่าไรครับ

“ก็อยากให้แต่ละก่อนมีปริมาณเท่า ๆ กันนะ และใส่ทั้ง 6 ก่อนลงในลังลูกบาศก์ได้พอดี”

○ ลุงครับ แล้วกล่องที่ใส่สบู่ทั้ง 6 กลิ่น มันจะไม่ตันล้นออกมาหรือครับ

“ลุงโทรถามร้านที่ทำลังลูกบาศก์แล้ว เขาทำเกิน 6 เซนติเมตรมานิดนึงอะ”

ภาพประกอบ 17 ร่องรอยการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 8 ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 4

ใบกิจกรรมที่ 8 กล่องเล็กในลังใหญ่

เจ้าวิน เดินไปหาคุณลุงข้างบ้าน ออกอาการตกใจอย่างมาก พร้อมถามว่า “หุ้ยยยย กล่องอะไร เยอะแยะขนาดนี้ครับลุงจอท?”

“อ้อ... ดีมากก็ดีแล้ว ลุงสั่งกล่องกระดาษมาพันใบ เพื่อใส่สบู่ชาย”

○ แล้วไงต่อครับลุง

“ฟังนะ ลุงซื้อกล่องลังลูกบาศก์ขนาด 6 เซนติเมตร มาหนึ่งพันใบ เพื่อจะใส่สบู่ 6 กลิ่น ได้แก่ กลิ่น กาแฟ กลิ่นแอลมอน กลิ่นมินต์ กลิ่นกุหลาบ กลิ่นเบอร์รี่ และกลิ่นนม แล้วลุงก็จะส่งไปขายที่สหกรณ์ชุมชน เพราะมันเป็นของที่มาจากหมู่บ้านเราทั้งนั้น ส่งไปขายที่กรุงเทพฯ และขายในออนไลน์ โดยสหกรณ์และที่ กรุงเทพฯ เขาจะหักจากราคาที่ตั้ง 5% ส่วนถ้าขายในออนไลน์ ลุงจะต้องเสียให้แหล่งที่ส่งขาย 10% จากราคาที่ตั้งไว้”

○ ลุงยังไม่ได้ผลิตใช้ใหม่ครับ

“ใช่ ๆ ลุงยังไม่ผลิต เพราะลุงไม่รู้ว่าจะเรียงหรือใส่สบู่ทั้ง 6 ก่อนนี้ลังลูกบาศก์อย่างไรดี โดยแต่ละก่อนจะต้องใส่บรรจุภัณฑ์ที่ ไม่อย่างนั้นสบู่อาจจะละลายติดกันได้ มันเลยทำให้ลุงไม่สามารถส่งโรงงานทำแม่พิมพ์ผลิตสบู่ออกมาได้นะ”

○ แล้วทั้ง 6 กลิ่น ต้องมีปริมาณเท่าไรครับ


“ก็อยากให้แต่ละก่อนมีปริมาณเท่า ๆ กันนะ และใส่ทั้ง 6 ก่อนลงในลังลูกบาศก์ได้พอดี”

○ ลุงครับ แล้วกล่องที่ใส่สบู่ทั้ง 6 กลิ่น มันจะไม่ตันล้นออกมาหรือครับ


“ลุงโทรถามร้านที่ทำลังลูกบาศก์แล้ว เขาทำเกิน 6 เซนติเมตรมานิดนึงอะ”

○ อ้อครับ


ภาพประกอบ 18 ร่องรอยการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 8 ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 6

 “คือเราโทรสอบถามกับบริษัท paypoint service แล้ว ซึ่งเป็นบริษัทที่จะส่งได้ทันวันแข่งเพียงบริษัทเดียวเท่านั้น แต่อาร์ตต้องจัดการให้เสร็จเรียบร้อยภายในวันนั้นะ ทางบริษัทส่งขนาดกล่องมาให้เราแล้วเดี๋ยวเราส่งต่อให้นะ (ดังรูปในหน้าถัดไป) แต่ทางร้านไม่แน่ใจว่าจะมีกล่องขนาดที่สามารถใส่ไม้คิวเราได้หรือป่าว เพราะไม้คิวสติกเกอร์ของเราเป็นแบบไม้คิวท่อนเดียวยาว 110 เซนติเมตร”

- แล้วต้องทำอะไรล่ะ

 “ทางร้านบอกว่า ถ้าไม่มีกล่องสำเร็จรูป เขาจะมีกระดาษลังใหญ่ ขนาด 2 X 2 เมตร ให้เราตัดประกอบเป็นกล่องเอง และพอทำเป็นกล่องมาแล้ว กล่องต้องห้ามยาวเกิน 1 เมตร นั่นหมายถึงไม้คิวจะ ไม่สามารถวางตามแนวกล่องได้ ทางร้านจะห่อไม้คิวโดยใช้พลาสติกกันกระแทกให้ฟรี ซึ่งจะหนาประมาณ มากกว่า 10 เซนติเมตร ไม่งั้นไม้เราอาจจะหักระหว่างทาง ส่วนช่องว่างของกล่องเขาจะใส่กระดาษฝอยให้ทางร้านแนะนำว่า ให้คิดความยาวของไม้คิวอย่างน้อย 120 เซนติเมตร เพราะตรงด้ามจับมีความหนาทำให้วางไม้คิวตามแนวขงไม่ได้ และที่สำคัญอาร์ตจะต้องส่งกับบริษัทที่เท่านั้น ไม่อย่างนั้นจะไม่ทันวันแข่งนะ”

- ได้เลย เดี่ยวจัดการให้ แต่ต้องต้องเอาเขมปีมาให้ได้นะ

 “ขอบคุณมากอาร์ตเพื่อนรัก”

ภาพประกอบ 19 ร่องรอยการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 6
 ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 8

ผู้วิจัย: 1.4 นักเรียนระบุส่วนต่าง ๆ ลงใน Empathy Map ด้วยวิธีการใด

นร.1: เขียนจากสิ่งที่อ่านในใบโจทย์

นร.2: ระบุผ่านการเขียนลงในส่วนต่าง ๆ ในใบกิจกรรม Empathy Map ที่ผ่านการวิเคราะห์เป็นภาษาของตนเอง

นร.3: ระบุโดยการเขียน โดยบางข้อความก็นำจากโจทย์มาเขียนเลย บางคำถามก็ต้องใช้การวิเคราะห์

นร.4: เขียนผ่านข้อความที่ไฮไลต์

นร.5: เขียนผ่านโจทย์ที่เป็นภาษาของตนเอง

นร.6: อ่านและระบุผ่านสถานการณ์ปัญหา

นร.7: ดูจากสถานการณ์ว่า เขามีปัญหาอะไร เขาพูดว่าอะไร มีข้อกำหนดอะไรบ้าง แล้วทำการระบุลงในกรอบในใบกิจกรรม Empathy Map

นร.8: ชีตเส้นใต้ในใบโจทย์แล้วนำมาเขียนลงในใบกิจกรรม Empathy Map

นร.9: เขียนตามที่ไฮไลต์หรือขีดเส้นใต้ไว้

นร.10: ช่อง What he see / What he feel / What he see ระบุจากข้อความในโจทย์

ผู้วิจัย: 1.5 Empathy Map มีส่วนช่วยนักเรียนอย่างไร

นร.1: แบ่งตัวโจทย์ออกมาให้เห็นได้ชัดว่าส่วนใดที่ไม่เกี่ยวข้องของ ส่วนใดคือสรุปหรือต้องการอะไรกันแน่

นร.2: เป็นตัวช่วยในการแบ่งแยกเพื่อแก้ปัญหาต่อไป เช่น รู้สึกอย่างไร หรือเห็นปัญหาแล้วต้องคิดแก้ปัญหาอย่างไร

นร.3: ช่วยในขั้นการคิดวิธีแก้ปัญหา และแบ่งแยกส่วนต่าง ๆ เช่น ส่วนใดนำมาใช้ได้บ้าง และโจทย์ต้องการให้หาอะไร

นร.4: ทำให้รู้ว่าส่วนใดบ้างที่ไม่ต้องใช้ และเขารู้สึกอย่างไร ซึ่งในส่วนความรู้สึกนั้นจะเป็นส่วนที่ทำให้รู้ถึงปัญหาหรือที่เขาต้องการจริง ๆ

นร.5: ช่วยให้กำหนดขอบเขตขอบข้อมูลได้ง่ายขึ้น จะได้ว่า โจทย์ต้องการอะไร สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องซึ่งเราจะไม่ต้องกลับไปดูโจทย์อีกครั้ง มิเช่นนั้นมันจะทำให้เสียเวลาหากต้องกลับไปอ่านใหม่ทั้งหมด

นร.6: อาจจะได้ช่วยมาก เพราะกลัวเขียนใน Empathy Map ตกหล่น เลยดูในใบโจทย์มากกว่า

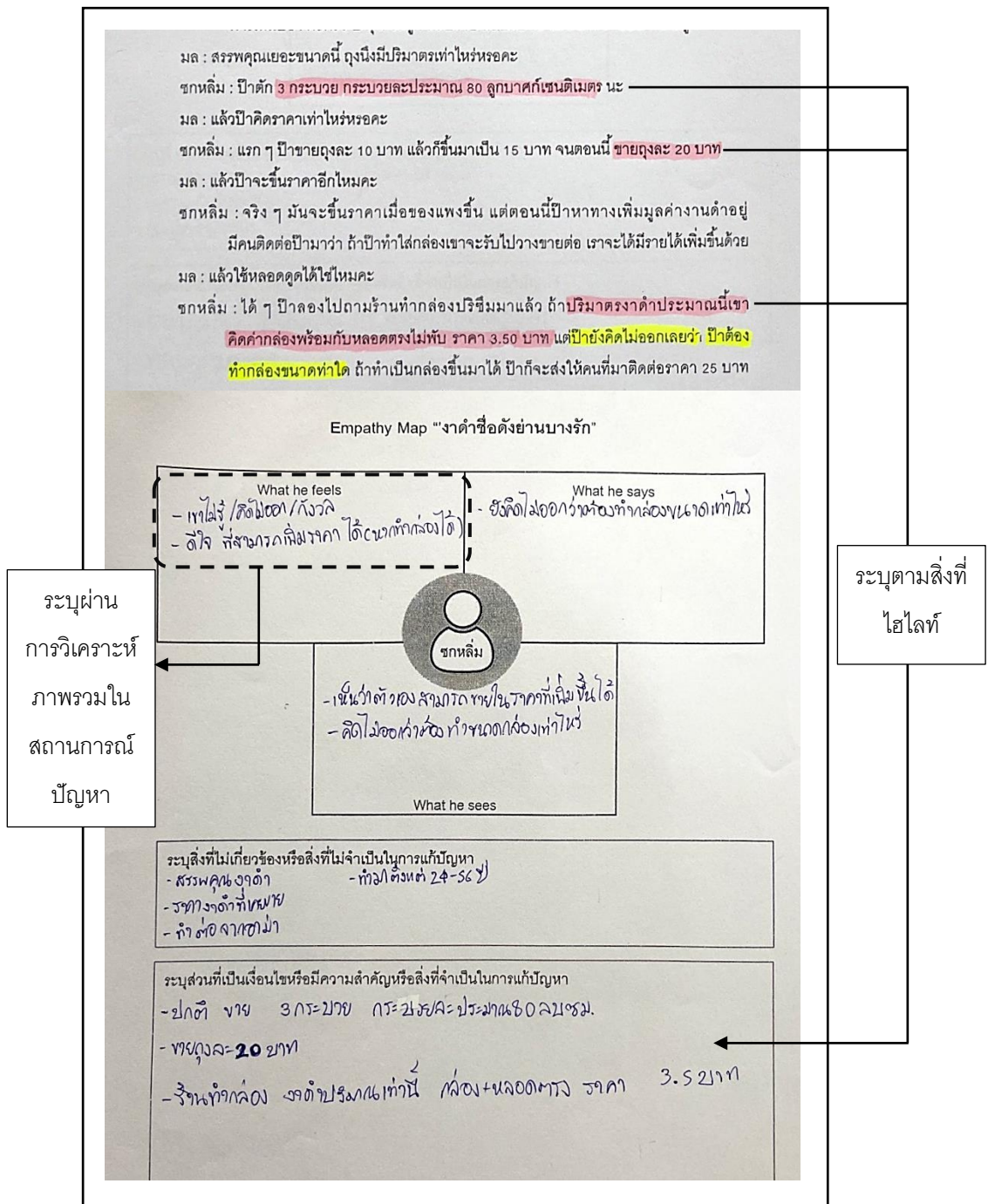
นร.7: ทำให้รู้ว่าโจทย์ต้องการให้ทำอะไร และส่วนใดบ้างที่เราไม่ต้องไปยุ่ง

นร.8: ทำให้คลายความสับสน ถ้าหากไม่มี Empathy Map อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในบางประเด็น เช่น ของที่ราคาถูกกว่าแต่จะต้องมองถึงความต้องการของเขาด้วย

นร.9: ช่วยไม่ต้องไปอ่านโจทย์ใหม่ เพราะระบุออกมาแล้วว่ามีเงื่อนไขอะไรบ้าง

นร.10: ช่วยให้เห็นว่าอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา

จากคำถามข้อ 1.4-1.5 จะเห็นว่า นักเรียนจำนวน 7 ใน 10 คน ระบุส่วนต่าง ๆ ใน Empathy Map โดยการเขียนผ่านข้อมูลที่อยู่ในสถานการณ์ปัญหา หรือข้อความที่ขีดเส้นใต้/ทำไฮไลต์ไว้ในสถานการณ์ปัญหา และนักเรียนจำนวน 3 ใน 10 คน ให้ความเห็นว่า ในบางคำถาม จะต้องทำการวิเคราะห์เป็นภาษาของตนเองก่อนระบุลงใน Empathy Map นอกจากนี้ นักเรียนจำนวน 9 ใน 10 คน อธิบายถึงประโยชน์ของ Empathy Map ในทำนองเดียวกันว่า เป็นส่วนช่วยในการแบ่งแยกส่วนต่าง ๆ เช่น ส่วนที่สำคัญหรือจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และส่วนที่ไม่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และนักเรียนจำนวน 2 ใน 10 คน กล่าวว่า Empathy Map มีส่วนช่วยให้คลายความสับสน และไม่เสียเวลาหากต้องกลับไปอ่านสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง โดยแสดงตัวอย่างร่องรอยดังภาพประกอบ 20-23



ภาพประกอบ 20 ร่องรอยการระบุข้อมูลลงในใบกิจกรรม Empathy Map “งานค้าชื่อดังย่านบางรัก” ชั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 3

แม่ : แล้วลูกอยากทำอะไรละ ?

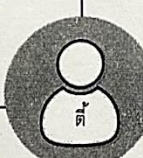
“บ้านเราปลูกมะนาว บ้านป่าเพ็ญมีน้ำผึ้ง หนูคิดว่าจะทำน้ำผึ้งมะนาวขายค่ะ โดยหนูคิดเรียบร้อยแล้ว Product คือ น้ำผึ้งมะนาว โดยสูตรของหนูมีอยู่ว่า น้ำอุ่น 1/2 ลิตร น้ำผึ้ง 4 ช้อนโต๊ะอเมริกัน และน้ำมะนาว 3 ช้อนโต๊ะอเมริกัน Place ที่จะขาย คือ แผงขายมะนาวที่ตลาดของแม่ ส่วน Promotion ยังไม่ต้องมีค่ะ คงต้องลองขายไปสักพักก่อน ส่วน Price หนียากที่สุดเลยแม่ เพราะยังไม่มีการจกัณฑ์”

แม่ : แล้วบรรจุภัณฑ์ต้องมีขนาดเท่าไรละ ลูก

“นั่นนะสิคะ หนูต้องไปบอกขนาดบรรจุภัณฑ์กับโรงงานอย่างละเอียด โดยหนูอยากได้บรรจุภัณฑ์ที่พอดีกับน้ำผึ้งมะนาวให้มากที่สุดเพราะว่า ถ้ามันมีที่ว่างเหลือมันจะดูไม่สวย และโรงงานที่หนูจะไปสั่งก็จะคิดราคาแพงขึ้นตามปริมาณด้วยค่ะ”

แม่ : ไม่น่าใช่เนลูก น่าจะมีเรื่องแรงดันอากาศ ลูกจะต้องทำบรรจุภัณฑ์เนื้อไว้ 25-30 ลูกบาทก็

Empathy Map “น้ำผึ้งมะนาว”

<p style="text-align: center;">What she feels</p> <ul style="list-style-type: none"> • กังวลว่าจะตั้ง ราคาเท่าไร • ตั้งใจที่จะทำธุรกิจและอยากขายได้ • กลัวที่ คึกคักมากเกินไป → วนแวน • ภูมิใจกับสูตร/ที่บังนึ่งของพววม 	<p style="text-align: center;">What she says</p> <ul style="list-style-type: none"> • ชักการตลาด 4P • แผนการ ขายน้ำผึ้งมะนาว • ออกได้บรรจุภัณฑ์แต่ไม่รู้ว่าต้อง มีขนาดเท่าไร → หนักว่าต้องพอดี
 <p style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 0;">ดี</p>	
<p style="text-align: center;">What she sees</p> <ul style="list-style-type: none"> • ที่บ้านมีมะนาว / น้ำผึ้ง สามารถจะองได้ • ปัญหาที่ต้องคิดขนาดกล่องเท่าไร • นึ่งจากตู้ร้อน เรื่องแรงดันอากาศ 	

ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา

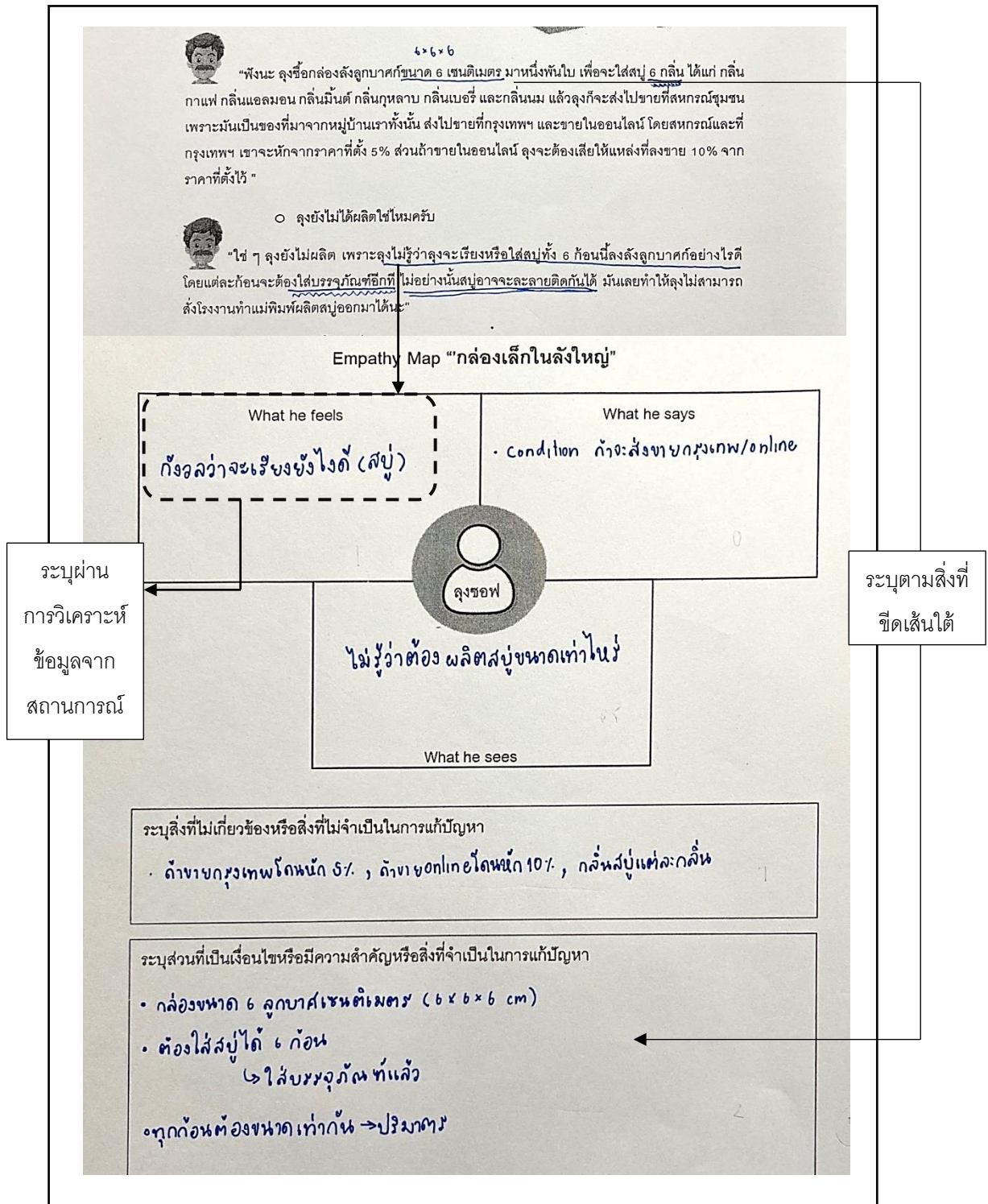
- ตั้เรียก Value Creator
- ขานมะนาว / ป่าน้ำผึ้ง
- ชักการตลาด 4P
- จะขาย Product ที่ไหน

ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา


- น้ำอุ่น 0.5 ลิตร
- น้ำผึ้ง 4 ช้อนโต๊ะ
- น้ำมะนาว 3 ช้อนโต๊ะ
- ออกได้บรรจุภัณฑ์แต่ต้องมีที่ว่างเหลือ 25-30 ลบ.ซม.

ระบุตามสิ่งที่ขีดเส้นใต้

ภาพประกอบ 21 ร่องรอยการระบุข้อมูลลงในใบกิจกรรม Empathy Map “น้ำผึ้งมะนาว” ชั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 4




ภาพประกอบ 22 ร่องรอยการระบุข้อมูลลงในใบกิจกรรม Empathy Map "กล่องเล็กในลังใหญ่" ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 4




"ฟังนะ ลุงซื้อกล่องลังลูกบาศก์ขนาด 6 เซนติเมตร มาหนึ่งพันใบ เพื่อจะใส่สบู่ 6 กลิ่น ได้แก่ กลิ่นกาแฟ กลิ่นแอลมอน กลิ่นมินต์ กลิ่นกุหลาบ กลิ่นเบอร์รี่ และกลิ่นนม แล้วลุงก็จะส่งไปขายที่สหกรณ์ชุมชน เพราะมันเป็นของที่มาจากหมู่บ้านเราทั้งนั้น ส่งไปขายที่กรุงเทพฯ และขายในออนไลน์ โดยสหกรณ์และที่กรุงเทพฯ เขาจะหักจากราคาที่ตั้ง 5% ส่วนถ้าขายในออนไลน์ ลุงจะต้องเสียให้แหล่งที่ลงขาย 10% จากราคาที่ตั้งไว้"

○ ลุงยังไม่ได้ผลิตใช้ใหม่ครับ




"ใช่ ๆ ลุงยังไม่ผลิต เพราะลุงไม่รู้ว่าลุงจะเรียงหรือใส่สบู่ทั้ง 6 กลิ่นนี้ลงในลังลูกบาศก์อย่างไรดี โดยแต่ละกลิ่นจะต้องใส่บรรจุภัณฑ์อีกที ไม่อย่างนั้นสบู่อาจจะละลายติดกันได้ มันเลยทำให้ลุงไม่สามารถส่งโรงงานทำแม่พิมพ์ผลิตสบู่ออกมาได้นะ"

○ แล้วทั้ง 6 กลิ่น ต้องมีปริมาณเท่าไรครับ



"ก็อยากให้แต่ละกลิ่นมีปริมาณเท่า ๆ กันนะ และใส่ทั้ง 6 กลิ่นลงในลังลูกบาศก์ได้พอดี"

Empathy Map "กล่องเด็กในลังใหญ่"

<p>What he feels</p> <ul style="list-style-type: none"> - สับสน - 99 → ไม่รู้ 	<p>What he says</p> <p>ได้รู้จำนวนสบู่ทั้งหมด 6 กลิ่นลงในลังลูกบาศก์อย่างไรดี</p>
 <p>ลุงซอฟ</p>	
<p>What he sees</p> <ul style="list-style-type: none"> - ธีร์ใส่ถุงพลาสติก / ถุงกระดาษ ขอบสบู่แต่ละกลิ่น - ได้รู้ว่าสบู่ใส่กล่องกระดาษทำรังแล้วมีกระดาษใส่สบู่แต่ละกลิ่น หรือเรียงสบู่ 	

ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา

- จำนวนลังที่ซื้อ (1000 ใบ) - % จำนวนลังจากกระดาษขาย (ขอบแต่ละที่)
- กลิ่นสบู่ ↳ กรุงเทพฯ 5%
- สถานที่ที่ลงขาย ↳ Online 10%

ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งจำเป็นในการแก้ปัญหา

- ลังลูกบาศก์ขนาด 6 cm
- 100 กรัม จำนวน 6 กลิ่นต่อลัง
- ใส่อะไรลงในลังสบู่

ระบุตามสิ่งที่ขีดเส้นใต้

ภาพประกอบ 23 ร่องรอยการระบุข้อมูลลงในใบกิจกรรม Empathy Map "กล่องเด็กในลังใหญ่" ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ของนักเรียนคนที่ 8

ผู้วิจัย: 2.1 นักเรียนทำการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหาอย่างไร

นร.1: จากใบสถานการณ์ปัญหา และกรอบ Empathy Map ด้านบน (เห็นอะไรที่เป็นปัญหา) แล้วทำการตีความผสมกัน

นร.2: ดูว่าอะไรคือปัญหาที่เขาต้องการจะแก้ และดูสิ่งที่เขาต้องการจริง ๆ จากสถานการณ์ปัญหา

นร.3: บางโจทย์ก็ระบุมาแล้วว่าต้องการให้เราหาอะไร ส่วนบางโจทย์ที่ไม่บอกปัญหาหรือความต้องการก็จะต้องใช้การวิเคราะห์ว่าสรุปแล้วเขาต้องการอะไร

นร.4: รู้สึกว่าการตีกรอบปัญหาด้านล่างกระดาษ จะเป็นการย่อจากกรอบ Empathy Map ด้านบน รู้สึกอะไร เห็นอะไรที่เป็นปัญหา พุดอะไรที่เป็นปัญหา) แล้วตีความอีกรอบหนึ่งว่า จริง ๆ แล้วเขาต้องการอะไร

นร.5: สรุปจากโจทย์ที่กำหนดมาให้ และจากภาษาของตนเองเพื่อความเข้าใจเวลากลับมาอ่านอีกรอบหนึ่ง

นร.6: ดูจากโจทย์ในส่วนข้อมูลที่ต้องการให้เราหา

นร.7: วิเคราะห์จากความต้องการรวม ๆ ว่าแท้จริงแล้วเขาต้องการให้เราทำอะไร

นร.8: วิเคราะห์จาก กรอบ Empathy Map ด้านบน (เห็นอะไรที่เป็นปัญหา) ทำให้รู้ว่าเขาน่าจะต้องการอะไร

นร.9: วิเคราะห์จากสถานการณ์ปัญหา ซึ่งเห็นว่าสิ่งที่เขาต้องการหาจะอยู่ด้านล่างของโจทย์

นร.10: วิเคราะห์และประมวลโดยรวมว่าเขาต้องการแก้ปัญหาอะไรกันแน่

ผู้วิจัย: 2.2 นักเรียนและเพื่อนสังเคราะห์ และทำการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหาจากไหน

นร.1: สรุปจากกรอบ Empathy Map ด้านบน

นร.2: สรุปจากโจทย์ ซึ่งสังเกตจากโจทย์สถานการณ์ปัญหาจะมีคำถามว่า “ถ้าเป็นนักเรียน...” ประกอบกับกรอบ Empathy Map ด้านบน

นร.3: ดูจากทั้ง 2 แหล่ง คือ จากโจทย์ และ ดูจากสิ่งที่เขาเห็นว่าเป็นปัญหา สิ่งที่เขาพูดที่เป็นปัญหา ซึ่งจะทำให้รับรู้ว่าเขาต้องการอะไร

นร.4: จาก Empathy Map มากกว่าเพราะโจทย์ค่อนข้างยาว

นร.5: จากทั้งสองที่แต่ส่วนมากจะมาจากโจทย์ เพราะว่าเราอาจจะไม่ได้ระบุข้อมูลลงใน Empathy Map ทั้งหมดจริง ๆ ซึ่งบางโจทย์ก็เน้นมาให้เห็นแล้วว่าสิ่งที่ต้องการจริง ๆ คืออะไร

นร.6: ส่วนใหญ่จะสรุปจากใบโจทย์มากกว่า แต่เพื่อน ๆ คนอื่นอาจจะดูจากใบ Empathy Map

นร.7: จากโจทย์และสิ่งที่วิเคราะห์ออกมาใน Empathy Map

นร.8: จาก Empathy Map

นร.9: จากโจทย์ด้วย และจาก Empathy Map บ้าง แต่ส่วนใหญ่มาจากโจทย์

นร.10: ประกอบกันจากสองแหล่ง คือ จากใบโจทย์ และ Empathy Map

จากคำถามข้อ 2.1-2.2 จะเห็นว่า นักเรียนจำนวน 9 ใน 10 คน ทำการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหาจากการวิเคราะห์/สังเคราะห์/ตีความ/ประมวลเป็นความเข้าใจของตนเอง โดยนักเรียนจำนวน 4 ใน 10 คนทำการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา จากข้อมูลทั้ง 2 แหล่งร่วมกัน คือ การวิเคราะห์จากข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา และการตีความจาก Empathy Map นักเรียนจำนวน 4 ใน 10 คน ทำการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงผ่านกรอบ Empathy Map ด้านบนเพียงอย่างเดียว และนักเรียนจำนวน 2 ใน 10 คน ทำการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหาที่มาจากข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาเพียงอย่างเดียว โดยแสดงตัวอย่างร่องรอยดังภาพประกอบ 24-27

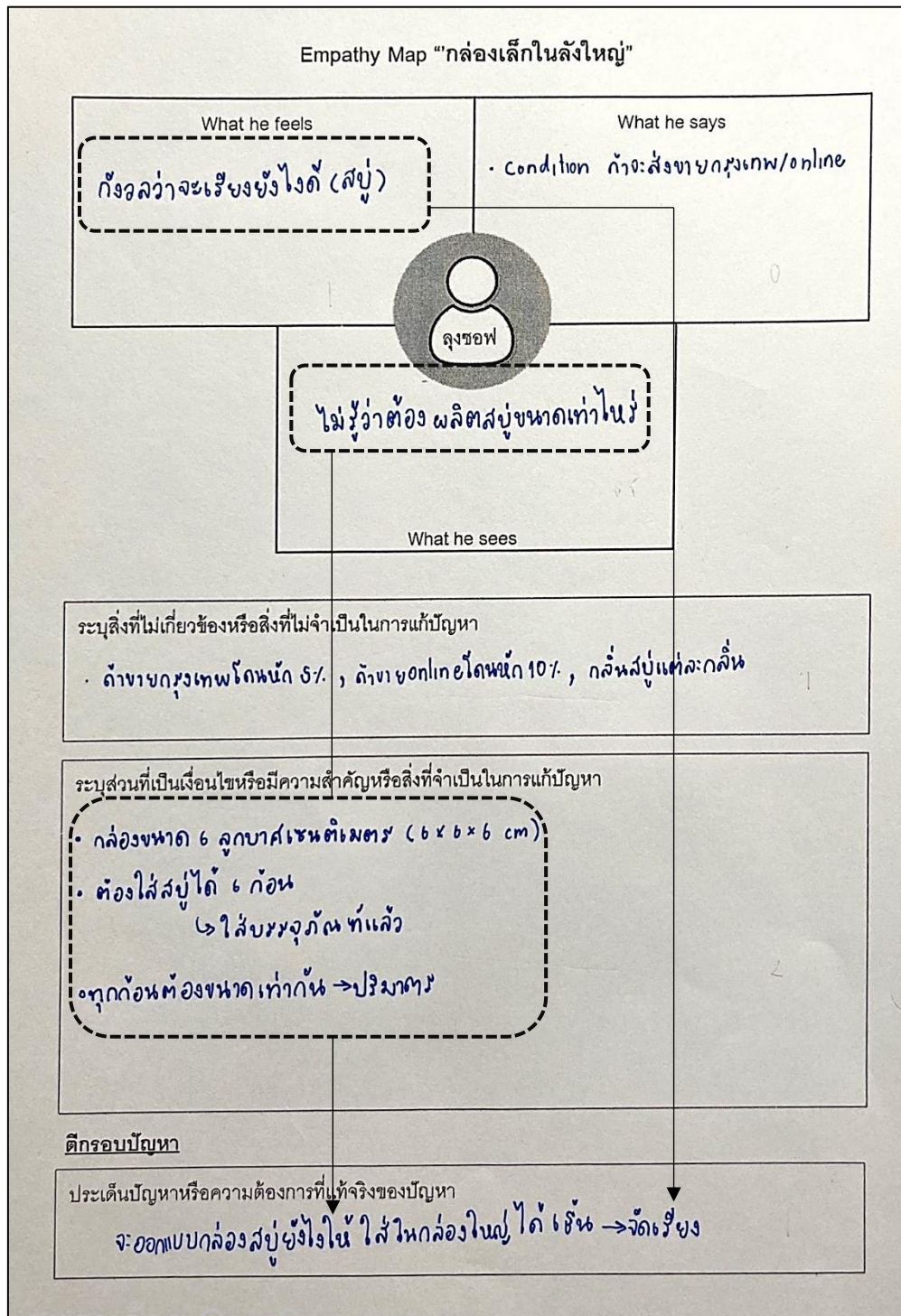
มล : สรรพคุณเยาะขนาดนี้ หนึ่งมีปริมาณเท่าให้หระคะ
 ขกหลิม : ป้าตัก 3 กระบวย กระบวยละประมาณ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร นะ
 มล : แล้วป้าคิดราคาเท่าให้หระคะ
 ขกหลิม : แรก ๆ ป้าขายถุงละ 10 บาท แล้วก็ขึ้นมาเป็น 15 บาท จนตอนนี้ **ขายถุงละ 20 บาท**
 มล : แล้วป้าจะขึ้นราคาอีกไหมคะ
 ขกหลิม : จริง ๆ มันจะขึ้นราคาเมื่อของแพงขึ้น แต่ตอนนี้ป้าหาทางเพิ่มมูลค่างานค้าอยู่
 มีคนติดต่อบ้างว่า ถ้าป้าทำใส่กล่องเขาจะรับไปวางขายต่อ เราจะได้มีรายได้เพิ่มขึ้นด้วย
 มล : แล้วให้หลอดดูดได้ใช้ไหมคะ
 ขกหลิม : ได้ ๆ ป้าลองไปถามร้านทำกล่องปริซึ่มมา แล้ว ถ้า **ปริมาณราคาประมาณนี้เขา**
คิดค่ากล่องพร้อมกับหลอดตงไม่ทับ ราคา 3.50 บาท แต่ป้ายังคิดไม่ออกเลยว่า ป้าต้อง
ทำกล่องขนาดเท่าใด ถ้าทำเป็นกล่องขึ้นมาได้ ป้าก็จะส่งให้คนที่มาติดต่อราคา 25 บาท
 และวางขายหน้าร้านกล่อง 30 บาท ได้สบาย ๆ เลยหละ

Empathy Map "งาดำชื่อดังย่านบางรัก"

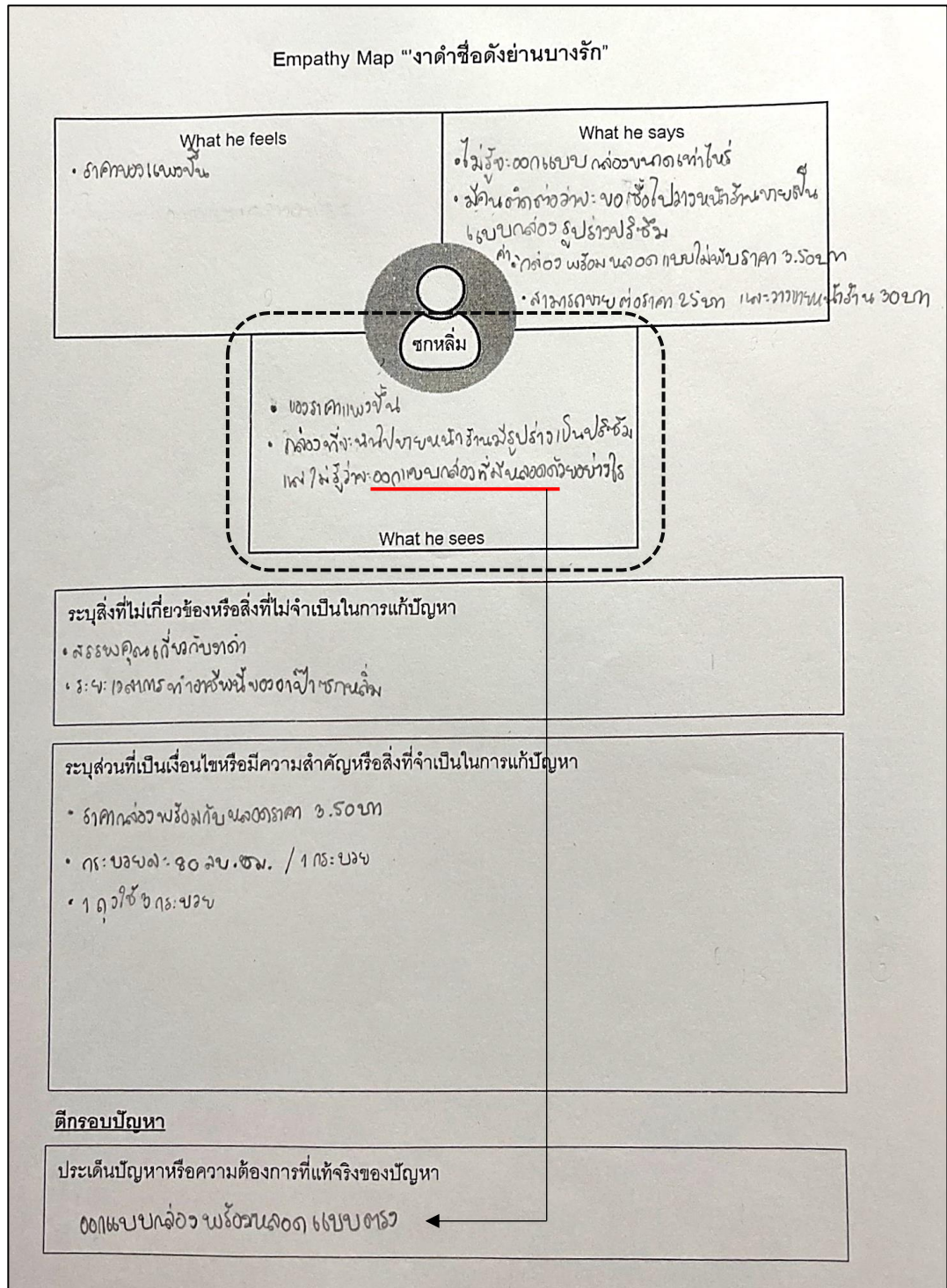
What he feels - ทำไม่รู้อ / คิดไม่ออก / กังวล - อีจิง ที่ส่งมากรก็ถึงงาดำ ได้คนมาที่กระงใจได้	What he says - ยังคิดไม่ออกว่าควรทำกล่องขนาดเท่าไรดี
ขกหลิม	
What he sees - เห็นว่าตัวของสามารถทำหรือราคาที่ทำไม่ขึ้นได้ - คิดไม่ออกว่าควรทำกล่องขนาดเท่าไรดี	
ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา - สรรพคุณ งาดำ - ทำงาดำตั้งแต่ 24-56 ปี - ระวังงาดำที่ปนเปื้อน - ภาชนะจากพลาสติก	
ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา - ปกติ ขาย 3 กระบวย กระบวยละประมาณ 80 ลูกบวม. - ขายถุงละ 20 บาท - ใช้งานทำกล่อง งาดำประมาณเท่านี้ กล่อง+หลอด+วาง จาก 3.5 บาท	
ติกรอบปัญหา ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา → หลอด กล่อง และหลอด ←	

วิเคราะห์จากสิ่ง
 ที่สถานการณ์
 ปัญหาระบุ
 (ไฮไลต์สีเหลือง)

ภาพประกอบ 24 ร่องรอยการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา
 ในใบกิจกรรม Empathy Map “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ขั้นที่ 2 ติกรอบปัญหา (Define)
 ของนักเรียนคนที่ 3



ภาพประกอบ 25 ร่องรอยการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา
 ในใบกิจกรรม Empathy Map "กล่องเล็กในลังใหญ่" ขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา (Define)
 ของนักเรียนคนที่ 4



ภาพประกอบ 26 ร่องรอยการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา
 ในใบกิจกรรม Empathy Map "งาดำชื่อดังย่านบางรัก" ชั้นที่ 2 ดีกรอบปัญหา (Define)
 ของนักเรียนคนที่ 5

แม่ : แล้วลูกอยากทำอะไรล่ะ ?


"บ้านเราปลูกมะนาว บ้านป่าเพ็ญมีน้ำผึ้ง หนูคิดว่าจะทำน้ำผึ้งมะนาวขายดี โดยหนูคิดเรียบร้อยแล้ว Product คือ น้ำผึ้งมะนาว โดยสูตรของหนูมีอยู่ 2 น้ำจืด 1/2 ลิตร น้ำผึ้ง 4 ช้อนโต๊ะอเมริกัน และน้ำมะนาว 3 ช้อนโต๊ะอเมริกัน Place ที่จะขาย คือ แผงขายมะนาวที่ตลาดของแม่ ส่วน Promotion ยังไม่ต้องมีค่ะ คงต้องลองขายไปสักพักก่อน ส่วน Price หนียากที่สุดเลยแม่ เพราะยังไม่มีการจูงใจ"

แม่ : แล้วบรรจุภัณฑ์ต้องมีขนาดเท่าไรล่ะ ลูก

"นั่นนะสิคะ หนูต้องไปบอกขนาดบรรจุภัณฑ์กับโรงงานอย่างละเอียด โดยหนูอยากได้บรรจุภัณฑ์ที่พอดีกับน้ำผึ้งมะนาวให้มากที่สุดเพราะว่า ถ้ามันมีที่ว่างเหลือมันจะดูไม่สวย และโรงงานที่หนูจะไปสั่งก็จะคิดราคาแพงขึ้นตามปริมาณด้วยค่ะ"

แม่ : ไม่น่าใช่ล่ะลูก น้ำจะมีเรื่องแรงดันอากาศ ลูกจะต้องทำบรรจุภัณฑ์เมื่อไหร่ 25-30 กุมภาพันธ์

เชนติเมตรนะ
นักเรียนจะช่วยน้องคนนี้ในการหาช่องทางหารเพิ่มรายได้ได้อย่างไร



<p>What she feels</p> <ul style="list-style-type: none"> - เครียดจากเวลาขงไอโซรุ่ม - กลัวจากกั้นนทุกชนิดบรรจุภัณฑ์ 	<p>What she says</p> <ul style="list-style-type: none"> - น้ำจืด 1/2 ลิตร น้ำผึ้ง 4 ช้อนโต๊ะ อเมริกัน จีเอ็มแอล 3 ช้อนโต๊ะอเมริกัน - บรรจุภัณฑ์ควรเมื่อไหร่ 25-30 กุมภาพันธ์ เซนติเมตร
<div style="border: 2px dashed black; border-radius: 50%; width: 60px; height: 60px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">- อยากรู้ว่าขนาดของบรรจุภัณฑ์ควรเป็นเท่าไร</p>	
<p>What she sees</p>	
<p>ระบุสิ่งที่เกี่ยวข้องกับหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - นกอีกอร์ 4P - ป้าละเวมาดี 200 ขันป้าเพ็ญมีน้ำผึ้ง 	<p>- สถานที่ขง</p>
<p>ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - น้ำจืด 1/2 ลิตร = 500 มลลิตร = 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร - น้ำผึ้ง 0.015 x 4 = 0.06 ลิตร = 60 มลลิตร = 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร - น้ำมะนาว 0.015 x 3 = 0.045 ลิตร = 45 มลลิตร = 45 ลูกบาศก์เซนติเมตร - บรรจุภัณฑ์ควรเมื่อไหร่ 25-30 ลูกบาศก์เซนติเมตร <p style="text-align: center;">628.5 - 633.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p>	
<p>ติกรอบปัญหา</p> <p>ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา</p> <p style="text-align: center;">▶ ออกแบบ ขนาดบรรจุภัณฑ์ ◀</p>	

ภาพประกอบ 27 ร่องรอยการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ในใบกิจกรรม Empathy Map “น้ำผึ้งมะนาว” ชั้นที่ 2 ติกรอบปัญหา (Define) ของนักเรียนคนที่ 10

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
 ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย และขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา รวมถึง
 ตัวอย่างร่องรอยการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนของนักเรียนข้างต้น ผู้วิจัยทำการสรุป
 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการพิจารณา
 ประเด็นปัญหาอย่างละเอียด พร้อมรายละเอียดสำคัญของแต่ละประเด็น ดังตาราง 44

ตาราง 44 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการ
 พิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด พร้อมรายละเอียดสำคัญของแต่ละประเด็น

ประเด็นสำคัญ	รายละเอียดสำคัญ
1. ลักษณะของสถานการณ์ปัญหา	1.1 เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ค่อนข้างยาว 1.2 สถานการณ์ปัญหามีลักษณะที่ใกล้เคียงความจริง มีความสำคัญ หรืออาจพบเจอในชีวิตจริงมากขึ้น 1.3 สถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน 1.4 เป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีตัวลงหรือข้อมูลที่ไม่จำเป็นต้องใช้
2. หลักการวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา	2.1 ไฮไลท์ส่วนที่สำคัญในการแก้ปัญหา 2.2 ไฮไลท์ส่วนที่สำคัญในการแก้ปัญหา และใช้ไฮไลท์อีกสีในส่วนที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ 2.3 ชีตเส้นใต้สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ 2.4 ชีตฆ่าสิ่งที่ไม่จำเป็น 2.5 การเขียนด้วยภาษาของตนเอง 2.6 วาดรูป
3. วิธีการในการระบุส่วนต่าง ๆ ใน Empathy Map (What he/she feels, What he/she says, What he/she sees สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา และส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา)	3.1 ระบุส่วนต่าง ๆ จากข้อมูลสถานการณ์ปัญหา 3.2 ระบุผ่านการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเป็นภาษาของตนเอง 3.3 ระบุส่วนต่าง ๆ ผ่านร่องรอยการขีดเขียนในสถานการณ์ปัญหา เช่น ไฮไลท์ ชีตเส้นใต้ หรือทำสัญลักษณ์

ตาราง 44 (ต่อ)

ประเด็นสำคัญ	รายละเอียดสำคัญ
4. ประโยชน์ของ Empathy Map	4.1 แบ่งแยกส่วนต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน เช่น สถานการณ์นั้นเขารู้สึกอย่างไร ส่วนใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับส่วนใดนำมาใช้ได้บ้าง สิ่งที่เป็นต่อการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาต้องการให้อะไร 4.2 ไม่ต้องกลับไปอ่านสถานการณ์ที่ค่อนข้างยาวซ้ำอีกครั้ง
5. หลักการในการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา	5.1 ดูจากข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา 5.2 วิเคราะห์ / สังเคราะห์ / ตีความ จากสถานการณ์ปัญหา หรือ Empathy Map
6. แหล่งที่มาของการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา	6.1 สรุปจากข้อมูลที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ 6.2 สรุปจากกรอบ Empathy Map ด้านบน (What he/she feels, What he/she says, What he/she sees) 6.3 สรุปจากข้อมูลทั้งสองแหล่ง คือ ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาและสิ่งที่ผ่านการวิเคราะห์ใน Empathy Map

จากตาราง 44 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด พร้อมรายละเอียดสำคัญของแต่ละประเด็น ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลในการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย และขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา รวมถึงตัวอย่างร่องรอยการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนจำนวน 6 ใน 10 คน มีความคิดเห็นในทำนองเดียวกันว่า สถานการณ์ปัญหาในแต่ละกิจกรรมมีลักษณะที่อยู่ในชีวิตจริง ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น หรือสามารถเชื่อมกับชีวิตจริงได้ง่าย และนักเรียนจำนวน 5 ใน 10 คน มองเห็นว่าเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ค่อนข้างยาว เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์นี้จะมีลักษณะที่แตกต่างจากสถานการณ์ปัญหาทั่วไป โดยจะมีการเพิ่มข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนทุกคนพบเจอข้อมูลที่ไม่จำเป็นดังกล่าว

เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้วนักเรียนจะมีวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกัน โดยส่วนมากนักเรียนจะใช้ดินสอหรือไฮไลต์ทำสัญลักษณ์ ชีดเส้นใต้ หรือเน้นข้อความที่เป็นปัญหา ข้อความที่มีความสำคัญ ข้อความที่จำเป็น หรือข้อความที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา และทำการขีดฆ่าข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาออก ก่อนระบุสิ่งที่เกี่ยวข้อง/ส่วนที่เป็นเงื่อนไข/ส่วนที่เป็นปัญหา ลงในใบกิจกรรม Empathy Map ทั้งนี้ จากการตอบคำถาม ร้อยรอยหรือการกระทำดังกล่าวนับเป็นสิ่งที่นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหานั้นเอง

นักเรียนส่วนใหญ่ระบุส่วนต่าง ๆ ใน Empathy Map ประกอบด้วย What he/she feels, What he/she says, What he/she sees สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา และส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา โดยเขียนผ่านข้อมูลที่พบเห็นในสถานการณ์ปัญหา หรือเขียนจากข้อมูลที่นักเรียนชีดเส้นใต้หรือทำไฮไลต์ไว้ในสถานการณ์ปัญหา ซึ่งบางส่วนของ Empathy Map จำเป็นต้องวิเคราะห์เป็นภาษาของตนเองก่อนระบุลงในใบกิจกรรม นอกจากนี้ นักเรียนสะท้อนถึงประโยชน์ของ Empathy Map ในทำนองเดียวกันว่า Empathy Map มีส่วนช่วยในการแบ่งแยกส่วนต่าง ๆ เช่น เขารู้สึกอย่างไร อะไรคือปัญหา ส่วนที่สำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหา และส่วนที่ไม่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังช่วยให้คลายความสับสน และไม่เสียเวลาหากต้องกลับไปอ่านสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง

สำหรับการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ชั้นที่ 2 ดีกรอบปัญหา สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนเป้าหมายกล่าวในทำนองเดียวกันว่า การสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ได้มาจากการวิเคราะห์/สังเคราะห์/ตีความ/ประมวลเป็นความเข้าใจของตนเอง โดยนักเรียนส่วนใหญ่ทำการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา จากข้อมูล 2 แหล่งร่วมกัน คือ การวิเคราะห์จากข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา และตีความจาก Empathy Map หรือ ทำการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงผ่านกรอบ Empathy Map ด้านบนเพียงอย่างเดียว และนักเรียนส่วนน้อยที่จะทำการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเพียงอย่างเดียว จะเห็นว่า ในขั้นดีกรอบปัญหาเป็นการฝึกให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์/สังเคราะห์ถึงความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และตั้งข้อคำถามที่ต้องการหาคำตอบ ซึ่งนับเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด ในการระบุความต้องการที่แท้จริง และส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบนั้นเอง

จะเห็นว่าผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิง
ออกแบบ ชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ประกอบกับงานเขียนหรือสิ่งที่นักเรียนกระทำในกระบวนการทั้งสอง
ชั้นมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด ประกอบด้วย

การระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา การระบุส่วนที่เป็น
เงื่อนไขหรือมีความจำเป็นในการแก้ปัญหา การระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา
และการระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือส่วนที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งนักเรียนได้ฝึกฝนผ่านการวิเคราะห์
สถานการณ์ปัญหาและระบุข้อมูลลงในใบกิจกรรม Empathy Map ตามบทสัมภาษณ์ของนักเรียน
คนที่ 3 และ 4 สรุปใจความได้ว่า “Empathy Map ช่วยแบ่งแยกส่วนต่าง ๆ เช่น ส่วนใดนำมาใช้ได้
บ้าง ส่วนใดบ้างที่ไม่ต้องใช้ โจทย์ต้องการให้หาอะไร และเขารู้สึกอย่างไร ซึ่งในส่วนตัวรู้สึกนั้น
จะเป็นส่วนที่ทำให้รู้ถึงปัญหาหรือสิ่งที่เขาต้องการจริง ๆ”

ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการคัดเลือกตัวอย่างร่องรอยที่ชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างมีวิจารณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด ดังภาพประกอบ 28-30

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน 1

ตาอำ นึ่งมองประตูรั้วที่ห่างจากตัวบ้าน เพื่อรอการกลับมาของลูกหลานในวันสงกรานต์ หลังสถานการณ์โควิดสิ้นสุดสิ้นรวม 2 ปี โดยตาอำตั้งใจทราบข่าวว่าลูกชายของเขา คือ เจ้าอาภ จะพาลูก ชื่ออาฟเตอร์ (หลานตาอำ) มาอยู่ประมาณ 3-4 เดือน ที่เพิ่งเดินเป็นและคาดว่าต้องรบกวนมาหลายวัน

ชั้นถูกชายอีกคนของตาอำ เล่ากันว่า "พ่ออำ พ่ออำ พ่ออำ" โทรมองอะไรๆ ก็...

ตาอำตอบกลับว่า "พ่ออำถูกพาเงินจากหน้าประตูไปไว้หน้าบ้าน เพราะอาฟเตอร์มาด้วย ถ้าอาฟเตอร์ถึงที่ลุงลุง ชูชูชูแบบนี้ กว่าจะล้มหัวบวมแตกอย่างๆ ยืนลงไปตามร้านลุงชวยที่ว่าปูทางเดินนี่ ใช้เงินเท่าไร รอนบ่นไม่ตื่นและเอาชามทุกๆ นะ"

ชั้น : สวิตต์รับ ลุงชวย พ่อจะปูทางเดินหน้าบ้าน มีแบบใหม่ข้างศรีบง
 ลุงชวย : แล้วทางเดินหน้าบ้านและเอาทำไรอะ อั้น
 ชั้น : จากตัวบ้านมาจนถึงประตูรั้วบ้านยาว 24 เมตร หน้ากว้าง 3 เมตร ศรีบง
 ลุงชวย : อ้อ... ต้องเอาดินมาอีก (ดึงหน้าดินไป) ไปดูก่อนแล้วกันนะ
 ชั้น : ได้เลยศรีบง
 ลุงชวย : สำรับอั้นแล้ว ลุงจะลดค่าช่างปูและค่าช่างตัดให้ 10%
 ชั้น : ขอขอบคุณ

เริ่มค่าช่างปูอิฐ 1 คน 1,000 บาท

อิฐปูทาง กว้าง x ยาว x หนา 30 x 30 x 5 ซม. ก้อนละ 10 บาท

เริ่มค่าช่างปูอิฐ 2 คน รวม 1,500 บาท

อิฐปูทาง กว้าง x ยาว x หนา 40 x 50 x 6 ซม. ก้อนละ 20 บาท

เริ่มค่าช่างปูอิฐ 1 คน 1,000 บาท

กระเบื้องลายหินอ่อน กว้าง x ยาว x หนา 30 x 30 x 1 ซม. แผ่นละ 5 บาท

เริ่มค่าช่างปูอิฐ 2 คน รวม 1,500 บาท

กระเบื้องลายดอก กว้าง x ยาว x หนา 30 x 30 x 1 ซม. แผ่นละ 5 บาท

ไม่เสียค่าช่างถมทาง

หินถมทาง 1 กระสอบปูได้ 50 ตร.ม. ราคา 45 บาท

เริ่มค่าช่างปูอิฐ 2 คน รวม 1,500 บาท

อิฐปูทาง กว้าง x ยาว x หนา 50 x 60 x 7 ซม. ก้อนละ 30 บาท

หมายเหตุ หากมีการปรับแต่งขนาด จะคิดค่าช่างตัดเพิ่ม 1,000 บาท

ชั้น : ลุงชวย ทำในอิฐปูทางความหนาต่างกันครับ
 ลุงชวย : จริง ๆ แล้วปูทางเดินหน้าบ้านใช้ความหนาเพียง 4 เซนติเมตรก็พอ แต่ยิ่งหนา ก็ยิ่งนะ ทำไว้รับแรงได้มากขึ้นด้วย
 ชั้นจะเลือกปูทางทำแบบใดที่ตรงตามความต้องการของพ่อและคุ้มค่ามากที่สุดด้วยราคาเท่าใด

ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด

<p>ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ตาอำ รอกกลับมาในวันสงกรานต์ (ไม่เจอเพราะโควิด 2 ปี) • ชื่อหลาน / ชื่อตัวละคร • ตาอำ ไม่เคยเจอหลาน
<p>ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> • พื้นท้องไม่ขรุขระ เหมือนพื้นคู่วิ่ง เพราะเก็บเอาเศษเทมั่วแตกถั่วลันเตา • เอาพื้นไม้เส้นแสบมาตากูๆนะ • บ้าน-รั้วบ้าน ยาว 24 เมตร หน้ากว้าง 3 เมตร • ค่าช่างปูและค่าช่างตัด จะคิด 10% • พื้นอิฐปูทาง ค่าช่างปู 1000-1500฿ ถ้ากระเบื้อง 1000฿ • ค่าช่างตัด 1000 บาท • ใช้ความหนา 4 ซม ก็พอแต่ขี้เหนียวขี้คุ้ม
<p>ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา</p> <p>"อิฐปูทาง" ขนาดใหญ่ คุ้มค่ามากที่สุด</p>	
<p>ระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่ใจต้องการทราบ</p>	<p>ปูทางทำแบบใดที่ตรงตามต้องการของพ่อและคุ้มค่ามากที่สุดด้วยราคาเท่าใด</p>

ภาพประกอบ 28 ร่องรอยการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ของนักเรียนคนที่ 4

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน 1

ไอดี : อัดโนค ชาลลท ตอนที่เรารู้ SENAFEST ห้างแถวบ้านแล้วละ

- ชาลลท : ฮ้าว...เฮมาทำอะไรในไอดี อัดโนคกำลังจะไปซื้อขนมไปฝากคุณแม่

ไอดี : ฉันมาซื้อกระเป๋าแบรนด์เนมให้คุณแม่แต่แม่ให้ราคาขายแพงกว่า เป็นเรื่องจริงกับบริบทปัญหาในหนังเรื่องนี้ได้ เธอจะหาซื้อที่ไหนดี ออกมาช่วยฉันเลือกกระเป๋าหน่อย

...15 นาทีต่อมา ณ SENAFEST ชั้น 2 โห้หรือยังเห็นแบรนด์เนม!

- ชาลลท : เธออยากได้แบรนด์อะไร รุ่นไหนหรือ

ไอดี : เออแบรนด์เนมในเน็ตไหนดี แต่เธออยากได้ (Crossbody) ได้ และสามารถถือได้ด้วย ถ้า crossbody hold

ไอดี และ ชาลลท เดินไปร้าน Band Name of the Day โดยหน้าร้านมีป้ายลดราคา ดังนี้

BAND NAME OF THE DAY

Hermes, Chanel, Dior ลด 30%

Louis Vuitton, Prada, Celine ลด 20%

Gucci, Balenciaga ลด 25%

จากราคาสินค้าตามป้าย

20%

- พนักงาน : สวัสดีค่ะ Band Name of the Day วันนี้ทำร้านจะขายเฉพาะ Louis Vuitton ค่ะ เชิญชมสินค้าด้านในได้ค่ะ (รายการสินค้าข้างในไม่ได้ไป)
- พนักงาน : ตอนนี ห้างร้านมีบริการทำกล่องสำหรับใส่กระเป๋าของคุณด้านละคะ พร้อมสติ๊กเกอร์หน้ากล่องให้ฟรีด้วยค่ะ โดยขนาดของกล่องจะเพิ่มจากขนาดกระเป๋า Length x Height x Width ด้านละ 5 เซนติเมตร และมีการตามปริมาณลดกล่องดังนี้ (รายการลดกล่องไม่ได้ไป)

- ชาลลท : แม่จะเอาตัวไหน

ไอดี : เธอแม่เธอ มีกล่องกี่ตัวดี ไม่ได้เออ และก็จะดูดีแค่ครั้งเดียว

จากเหตุการณ์ข้างต้น ไอดีจะเลือกสินค้าตัวไหนดีที่คุ้มค่าและตรงตามความต้องการมากที่สุด

1 **MARELLE**
฿10,750
Length x Height x Width
25 x 15 x 8 cm
- รมนุ้ญกระเป๋ามี 37 ซม.
- สามารถพนักุ้ญกระเป๋มาได้
- สามารถลดสายสะพายได้

2 **HANDLE SOFT TRUNK**
฿29,000
Length x Height x Width
21 x 15 x 7 cm
- รมนุ้ญกระเป๋ามี 25 ซม.
- สายสะพายยาวถึง 58 ซม.
- สามารถลดสายสะพายได้

3 **SAUMUR BACKPACK**
฿30,700
Length x Height x Width
27 x 42 x 13 cm
- รมนุ้ญกระเป๋ามี 50 ซม.

4 **VERTICAL TOTE**
฿14,700
Length x Height x Width
42 x 47 x 16 cm
33 x 51 x 21
- รมนุ้ญกระเป๋ามี 52 ซม.
- สามารถพนักุ้ญกระเป๋มาได้
- สามารถลดสายสะพายได้

5 **SAC PLAT CROSS**
฿17,000
Length x Height x Width
26 x 28 x 6 cm
31 x 23 x 8
- รมนุ้ญกระเป๋ามี 38.2 ซม.
- สามารถพนักุ้ญกระเป๋มาได้
- สามารถลดสายสะพายได้

6 **SAUMUR TOTE**
฿15,300
Length x Height x Width
48 x 47 x 23 cm
33 x 52 x 29
- รมนุ้ญกระเป๋ามี 52 ซม.
- สามารถพนักุ้ญกระเป๋มาได้
- สามารถลดสายสะพายได้

7 **S LOCK VERTICAL WEARABLE WALLET**
฿9,000
Length x Height x Width
12 x 19 x 7 cm
- สายสะพายยาวถึง 63 ซม.
- สามารถลดสายสะพายได้

8 **2054 EXPANDABLE POLOCHON**
฿29,000
Length x Height x Width
12 x 14 x 12 cm
- สายสะพายยาวถึง 58 ซม.
- สามารถลดสายสะพายได้

8 **SAUMUR MESSENGER**
฿18,750
Length x Height x Width
30 x 23 x 11 cm
- สายสะพายยาวถึง 68 ซม.
- สามารถลดสายสะพายได้

น้ยมกว่า 10,000 ซม.น. ค่ากล่อง 1,000 บาท
10,000-15,000 ซม.น. ค่ากล่อง 1,500 บาท
15,000-20,000 ซม.น. ค่ากล่อง 2,000 บาท
20,000-30,000 ซม.น. ค่ากล่อง 2,800 บาท
30,000-40,000 ซม.น. ค่ากล่อง 1,500 บาท
มากกว่า 40,000 ซม.น. ค่ากล่อง 4,000 บาท

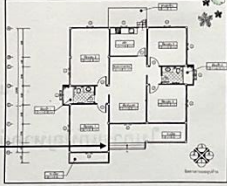
ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด

<p>ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	<p>• ชื้อน้าง</p> <p>• ชาลลทไปทำอะไรซื้อขนม</p> <p>• ชื้อน้ออื่นลดก้</p>
<p>ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	<p>• อยากใช้ สักดำ ที่ Crossbody พะน้อได้</p> <p>• ชื้อได้แค่ Louis Vuitton</p> <p>• กล่องเพิ่มจากกระเป๋าถ้กันละ 5 cm</p> <p>• Louis Vuitton ลด 20%</p>
<p>ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา</p>	
<p>ให้นำปริมาตรและราคากล่องน้ยมจากเพิ่ม 5 cm (หนักกล่อง) และดูว่ากระเป๋าใบไหนคุ้มค่าที่สุดเพื่อชื้อมาค้</p>	
<p>ระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	<p>ใจท้ช้นา ราคาปริมาตรกล่อง จากกระเป๋า</p>

ภาพประกอบ 29 ร่องรอยการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และการแสดงวิธีการแก้ปัญหา
 อย่างมีวิจารณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด
 ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน ของนักเรียนคนที่ 4

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน 1

แม่หญิงถือกระดาษแปลนบ้านชั้นเดียวของเธอที่มีขนาด 4 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ 2 ห้องครัวที่โต๊ะพร้อมเรียก แม่ ลูกสาวรองเพื่อไปกราบแม่ที่ไปตรงบันไดก่อนขึ้นบ้านว่าต้องการปูกระเบื้องตรงหน้าบันไดก่อนขึ้นบ้าน 2 ชั้น ดังนี้




แม่ งงว่าแม่จะเอาแปลนบ้านมาวางที่โต๊ะหรือ พยายามเอาไปตรงจริงหน้าบ้าน

แม่ ขึ้นไปตรงหน้าบันได สีขาว พร้อมถามว่า "แม่ต้องการปูสายกระเบื้องตรงนี้ใช่ไหมคะ" แม่ : ใช่ ๆ แม่ต้องการปูตรงนี้แหละ เพราะแม่ไปดูตวงมา หมอตอบว่า ถ้าปูกระเบื้องสายตวงไม่ได้สีฟ้าตรงหน้าบันได จะทำให้บ้านของเรามีความร่มรื่น คนในบ้านก็จะอยู่เย็นเป็นสุข

แม่ : เข้าใจได้ค่ะ แม่ พยายามดูว่าปูได้ ลองทำตามหมอสอนแม่ก็ไม่เสียหลายอะไร เป็นปูแบบเดียวกันนี้มันดูดีไป แม่ใช้ดอกไม้ทุก ๆ หลุมไม่เอาตะเค

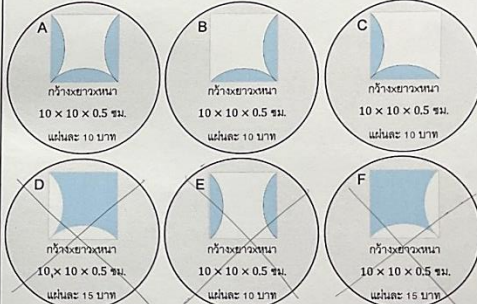
- แม่ : โธษ แม่คิดอายุใช้แล้ว แม่ต้องการสายดอกไม้เรียบ ๆ (สีชมพู) ไปเรื่อย ๆ จนเห็นหน้าบันได แม่ลองไปดูกระเบื้องที่ร้านดูราคาแล้วกัน ว่ามีตามที่แม่ต้องการหรือไม่



ณ ร้านดูราคา

แม่ : สวัสดีค่ะดูราคาดี หนูมาซื้อกระเบื้องปูหน้าบันไดค่ะ

- ดูราคาดี : แล้วบันไดบ้านใหญ่กว้าง ยาวเท่าไรละลูก
- แม่ : กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 1.5 เมตร ค่ะ
- ดูราคาดี : หนูลองเอาลายไปดูว่าต้องการแบบไหน พร้อมเขียนรายละเอียดกระเบื้องสีฟ้าให้

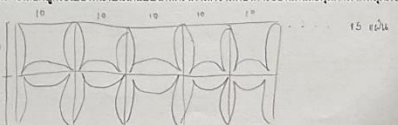


- A กว้างยาวหน้า 10 x 10 x 0.5 ซม. แผ่นละ 10 บาท
- B กว้างยาวหน้า 10 x 10 x 0.5 ซม. แผ่นละ 10 บาท
- C กว้างยาวหน้า 10 x 10 x 0.5 ซม. แผ่นละ 10 บาท
- D กว้างยาวหน้า 10 x 10 x 0.5 ซม. แผ่นละ 15 บาท
- E กว้างยาวหน้า 10 x 10 x 0.5 ซม. แผ่นละ 10 บาท
- F กว้างยาวหน้า 10 x 10 x 0.5 ซม. แผ่นละ 15 บาท

ดูราคาดี : หนูมาหาดูทั้งที่ดูไว้ไปมันขึ้นชื่อ 5 แผ่น แผ่นที่ 1 แผ่น ที่ราคาเท่ากันให้หนูนะ

แม่ : รบกวนค่ะสูง

แม่ จะเลือกปูกระเบื้องหน้าบันไดแบบใดที่ตรงตามความต้องการแม่และคุ้มค่าที่สุดด้วยราคาเท่าไร



ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด

ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> แปลนบ้านวงรี เหตุผลที่แม่จะปูกระเบื้อง
ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> กระเบื้องปู บันได 1 ชั้น กว้าง 20 ซม ยาว 150 ซม ชื่อ 5 หลุม 1 ลังมาค่าเท่ากัน พวงป 2 ชั้น
ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา	
ซื้อกระเบื้องปูแบบไหนคุ้มค่าที่สุด	
ระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	<ul style="list-style-type: none"> ไม่รู้ว่ากระเบื้องอันไหนตรงตามแม่ อยากได้ ต้องเอาอันที่คุ้มค่าที่สุด ต้องใช้กระเบื้องอันไหน และทั้งหมวกก็บาท

ภาพประกอบ 30 ร่องรอยการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 4

จากภาพประกอบ 28-30 จะเห็นว่า นักเรียนคนที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียดที่ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ เริ่มจากการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน นักเรียนไม่ได้ทำสัญลักษณ์หรือไฮไลท์ข้อมูลที่อยู่ในสถานการณ์ปัญหา ส่วนในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน นักเรียนทำการขีดเส้นใต้ ทำสัญลักษณ์ หรือขีดฆ่าตัวดวงหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน นักเรียนขีดเส้นใต้ข้อความที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ขีดฆ่าสิ่งที่ไม่จำเป็น และวาดรูปคร่าว ๆ เพื่อใช้ในการค้นหาคำตอบ ทั้งนี้ทำให้นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนมากขึ้น อีกทั้งนักเรียนยังระบุสามารถความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์สังเคราะห์และระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โดยการตั้งคำถามให้สอดคล้องกับความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาได้อย่างชัดเจนมากขึ้นด้วย

2.2 ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ

การศึกษานโยบายของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ ผู้วิจัยทำการพิจารณาผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 3 ประกอบกับงานเขียนหรือสิ่งที่นักเรียนกระทำในกระบวนการ และงานเขียนในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการจัดระเบียบข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายทั้ง 10 คน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ผู้วิจัย: 3.1 เมื่อนักเรียนสรุปได้แล้วว่า ประเด็นปัญหาที่แท้จริงคืออะไร และมีเงื่อนไขอะไรบ้างแล้ว นักเรียนทำอะไรต่อ

นร.1: หาวิธีการแก้ปัญหาว่าสามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีใดได้บ้าง เช่น การทำกล่องสปูจะเป็นโมเดลหรือภาพคลี่ก็ได้

นร.2: คิดวิธีการแก้ปัญหา โดยนึกถึงตนเองว่า หากเราเจอปัญหานี้จริง ๆ เราจะแก้ปัญหานี้อย่างไร และต้องใช้ข้อมูลส่วนใดในการแก้ปัญหานี้บ้าง จึงจะได้คำตอบตามที่โจทย์ต้องการมากที่สุด

นร.3: ดูว่าเราจะใช้วิธีไหนในการแก้ปัญหานี้ได้บ้าง โดยการระบุวิธีในการแก้ปัญหาออกมาหลาย ๆ แบบ

นร.4: หาวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เช่น การทำโมเดลจำลอง วาดรูป วาดรูปคลี่

นร.5: ค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา แล้วดูว่าควรเลือกวิธีการใดในการแก้ปัญหา และใช้ข้อมูลหรือตัวช่วยใดในการแก้ปัญหา

นร.6: เขียนวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยระบุให้มากไว้ก่อน

นร.7: ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน เช่น การวาดรูป การทำโมเดล หรือการทำ 3D

นร.8: หาแนวทางในการแก้ปัญหาคตามที่โจทย์ต้องการ

นร.9: คิดวิธีการแก้ปัญหา โดยลองคิดว่ามันจะเป็นอย่างไรได้บ้าง แบบที่แปลกใหม่เลยก็ได้

นร.10: ต้องดูก่อนว่าใช้วิธีอะไรได้บ้าง

ผู้วิจัย: 3.2 นักเรียนคิดว่า คำพูด “มันจะเป็นไปได้ไหม ถ้าเราจะ...” ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดค้นแนวทางในการแก้ปัญหามากขึ้นหรือไม่ อย่างไร

นร.1: ช่วย โดยคำว่า “มันจะเป็นไปได้ไหม” เหมือนเป็นคำให้เราได้ลองคิดว่า มันมีอีกหลายอย่างที่หากเราลองทำมันอาจจะเป็นไปได้ ไม่เหมือนเมื่อก่อนที่ หากเราคิดว่าอาจจะ เป็นไปไม่ได้เราก็จะตัดทิ้งออกไปเลย

นร.2: คิดว่าช่วย แต่ต้องคำนึงถึงบริบทของโจทย์ที่กำหนดด้วย

นร.3: ช่วย เพราะมันเป็นคำถามให้เราได้คิดถึงว่ามันทำได้จริงหรือไม่ แล้วมัน ตอบตามที่โจทย์ต้องการจริงหรือไม่

นร.4: มากขึ้น เพราะคำว่า เป็นไปได้ไหม มันเหมือนตั้งคำถามกับเราให้คิด วิธีการแก้ปัญหามากขึ้น เช่น หากเราคิดวิธีการวาดรูป 3D printing หรือปั้นดิน ก็จะคิดว่า สามารถทำแบบอื่นได้มากขึ้นอีกหรือไม่

นร.5: มันช่วย เพราะเหมือนเป็นการทบทวนตนเองว่าความรู้ที่มีอยู่สามารถ ทำอะไรได้บ้าง และเป็นคำที่ทำให้เราหาตัวเลือกได้เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้สามารถเลือก และทำสิ่งนี้ ให้ได้ตามที่โจทย์ต้องการมากที่สุด

นร.6: ช่วยได้ แต่เกิดจากการที่ได้ลองทำโมเดลครั้งแรก และมันทำให้เราคิดว่า ยังมีแบบอื่นที่สามารถทำได้เลยเพราะในครั้งแรกโมเดลก็เคยทำได้

นร.7: ช่วย แต่อาจจะไม่ได้หลากหลายหรือมากมายสักเท่าไร ซึ่งมีไอเดียผุดออกมามากขึ้นแต่ยังต้องอยู่ในกรอบที่เราสามารถทำได้ ณ ตอนนั้นด้วย

นร.8: ช่วย เพราะเมื่อพูดอย่างนี้มันเหมือนมีไฟกระตุ้นความคิดของเรา

นร.9: มากขึ้นเพราะเป็นคำถามที่จะทำให้เราได้คิดออกไปเรื่อย ๆ

นร.10: ช่วย แต่ก็ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดว่ามีอะไรบ้าง เช่น ความถนัดของตนเอง และเวลาในการทำงาน

จากคำถามข้อ 3.2 สรุปได้ว่า คำพูด “มันจะเป็นไปได้ไหม ถ้าเราจะ...” เป็น Key Word สำคัญที่คอยช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความคิด ค้นหาแนวทางที่แตกต่าง หลากหลาย แปลกใหม่ โดยไม่จำกัดความคิดของตนเอง

ผู้วิจัย: 3.3 การทำกิจกรรมกลุ่ม หรือ การทำกิจกรรมรายบุคคล ส่งผลให้นักเรียนคิดค้นแนวทางในการแก้ปัญหาได้มากกว่ากัน เพราะเหตุใด

นร.1: กลุ่มน่าจะมากกว่า เพราะหนึ่งคนหนึ่งสมอง ถ้าเป็นกิจกรรมกลุ่มก็จะมีหลายสมองในการคิด

นร.2: กิจกรรมกลุ่มมากกว่า เพราะจะมีการระดมและแชร์ไอเดียกันว่า แต่ละคนคิดไอเดียแบบใด จะใช้วิธีนี้เพราะอะไร ถ้ากิจกรรมรายบุคคลก็ต้องคิดคนเดียว ไม่มีความคิดของคนอื่นมาร่วมแชร์

นร.3: กิจกรรมกลุ่ม เพราะจะมีความคิดของหลาย ๆ คน มาร่วมกันแชร์ถึงมุมมองในการแก้ปัญหาที่เราไม่ได้มองซึ่งมันเป็นการทำให้เรามองเห็นปัญหาได้กว้างขึ้นด้วย หากเป็นกิจกรรมรายบุคคลมันจะมีแต่ความคิดและมุมมองจากเราเพียงคนเดียว

นร.4: กิจกรรมกลุ่มก่อนค่อยเป็นกิจกรรมรายบุคคล เพราะเมื่อเป็นกิจกรรมกลุ่มตนเองจะไม่ค่อยได้ช่วยสมาชิกในกลุ่มเท่าที่ควร เพราะเพื่อน ๆ จะแย่งและแบ่งงานกันทำ

นร.5: เป็นกลุ่ม เพราะจะมีหลากหลายไอเดียในการคิดแนวทางในการแก้ปัญหา

นร.6: แบบกลุ่ม เพราะเราจะต้องมานั่งคุยกับเพื่อน ๆ ว่าคิดอย่างไร คิดเหมือนกันหรือไม่ จะเป็นงานที่ผ่านการคิดมากกว่า ซึ่งจะทำให้งานออกมาสมบูรณ์มากกว่า

นร.7: กิจกรรมกลุ่ม เพราะได้ไอเดียเพิ่มจากเพื่อน ซึ่งหลายหัวก็ดีกว่าหัวเดียว อยู่แล้ว

นร.8: กิจกรรมกลุ่ม เพราะเพื่อนอาจจะมองจุดที่เราไม่ได้มอง ทั้งในตอนคิด และตอนลงมือทำ

นร.9: กิจกรรมกลุ่มดีกว่า เพราะได้ร่วมปรึกษากับเพื่อนถึงสิ่งที่เราคิดนั้นมันใช่หรือไม่ เพื่อนคิดอย่างไร ทำให้รู้สึกว่ามันใจมากขึ้น

นร.10: กิจกรรมกลุ่ม เพราะมีหลายสมองในการช่วยกันคิด

จากคำถามข้อ 3.3 จะเห็นว่า นักเรียนเป้าหมายทุกคนแสดงความคิดเห็นว่า กิจกรรมกลุ่มเป็นกิจกรรมที่ส่งผลให้นักเรียนค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้มากกว่ากิจกรรมรายบุคคล เนื่องจาก กิจกรรมกลุ่มเป็นกิจกรรมที่มีหลากหลายความคิด ได้ร่วมกันแชร์แนวคิดหรือมุมมองที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน และอาจทำให้รู้สึกมั่นใจในการแก้ปัญหามากขึ้น โดยแสดงตัวอย่างร่องรอยการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาดังภาพประกอบ 31 - 34

My Solution "จัดโต๊ะให้ครูที"

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา อยกเลขยกกำลังของจำนวนโจล์

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่จำกัดความคิด หรือระบุนเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น แล้วร่วมกันสรุปเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง

- 2d → 10% → ไม่เช่นขนาดจริง เน้นรูปเฉพาะ
- 3d → 10% → เน้นสัดส่วนไม่ชัด ไม่ชัดเจนของไปยชก
- model → 100% → เน้นสัดส่วนได้ชัดเจน 50ยตัวจะถูกตำรว สามารถขยายได้ซึ่งมี1๘
- ภาพดสี → 90% → เน้นสัดส่วนทุกช่วงชัด 1ซึ่งมี1๘
- ขีดระยะค่า → 0% → ไม่สามารถขยายได้
- ทำงาใหม่ → 30% → ใช้กขนาดหน้า1๘

ภาพประกอบ 31 ร่องรอยการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution

"จัดโต๊ะให้ครูที" ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของกลุ่มนักเรียนคนที่ 1

My Solution “สานความตั้งใจสุดท้ายของลุงเพียร”

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ออกแบบบ้าน.....

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่จำกัดความคิด พร้อมระบุเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น แล้วร่วมกันสรุปเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง

• วัสดุ 20	แปลงบ้าน	40%	เงินออมเก็บ
• กรงฟัก 30		80%	เงินหลาย ๆ คนออม / อุปกรณ์พร้อม
• model		95%	เงินทุกบาท
• ป้ายห้ามเข้า		20%	ดูยาก
• นาฬิกาข้อมือ		20%	ไม่เป็นไปตามเงื่อนไข
• app สร้างบ้าน		90%	อาจไม่มี แต่ถ้ามี: ทำสะดวก

ภาพประกอบ 32 ร่องรอยการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution “สานความตั้งใจสุดท้ายของลุงเพียร” ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของกลุ่มนักเรียนคนที่ 2

My Solution “หลังคาบ่อปลาครึ่ง”

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ส้วมแบบจำลองราคาจะแพง

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่จำกัดความคิด พร้อมระบุเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น แล้วร่วมกันสรุปเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง

• วัสดุ	— 85%	เงินทุกบาทจะหักให้ ส้วมอัตโนมัติ
• วัสดุใหม่	— 100%	เงินทุกบาทที่จัด เงินอัตโนมัติ
• 3D printing	— 90%	เงินทุกบาทที่จัด เงินอัตโนมัติ
• pop up	— 70%	ภาพที่จะทำในส้วมอัตโนมัติ
• วัสดุกระดาษ	— 60%	ไม่จริงแล้ว/ยาก

ภาพประกอบ 33 ร่องรอยการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution “หลังคาบ่อปลาครึ่ง” ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของกลุ่มนักเรียนคนที่ 4

My Solution "Slip Slide Slider"

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา *ตัวชี้วัดที่ได้คืออะไร ผลลัพธ์*

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลงใหม่ ไม่จำกัดความคิด พร้อมระบุเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น แล้วร่วมกันสรุป เพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง

① Model กระดาษ	80%	<i>เพราะ ใช้เงิน ง่ายมาก เลื่อนรอบๆ สไลด์" ผลลัพธ์ใช้ได้"</i>
② <i>ใช้หินหรือก้อน</i>	70%	<i>เพราะ ง่ายมาก ใส่น้ำใหม่ หมดไม่เปีย</i>
③ กราฟฟิก	20%	<i>เพราะ ไม่เห็น ความสูงจริง จับต้องไม่ได้</i>
④ วาดรูป	10%	<i>เพราะ ไม่เห็นรูปชัดเจน ผลลัพธ์ไม่ได้</i>
⑤ ขาแบบไม้	5%	<i>เพราะ ใช้งาทำไม่สะดวกตามทิศทาง</i>
⑥ Model ใหม่	75%	<i>เพราะ ชัดเจน เห็นรูปชัดเจน</i>

ภาพประกอบ 34 ร่องรอยการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution "Slip Slide Slider" ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของกลุ่มนักเรียนคนที่ 8

ผู้วิจัย: 3.4 เมื่อนักเรียนคิดค้นแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลายแล้ว นักเรียนมีวิธีการเลือกแนวทางที่จะใช้อย่างไร

นร.1: ดูความเป็นไปได้มากที่สุดก่อน คำนึงว่าต้องทำได้จริงและต้องทำภายในเวลาที่กำหนดได้

นร.2: ต้องดูว่าวิธีใดเหมาะกับสิ่งที่โจทย์ต้องการมากที่สุด นึกถึงสิ่งที่ต้องทำออกมาแล้วจะต้องเห็นภาพมากที่สุด คำนึงถึงวัสดุที่ใช้ และความเหมาะสมของช่วงเวลาที่ใช้ในการทำ

นร.3: ระบุเปอร์เซ็นต์ว่าแนวทางใดมีความเหมาะสมและสามารถแก้ปัญหาที่จะตอบความต้องการของโจทย์ได้มากที่สุด และต้องเห็นภาพที่ชัดเจนมากที่สุดหรือไม่

นร.4: คิดเปอร์เซ็นต์ที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา แล้วเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นหนึ่งร้อยเปอร์เซ็นต์ก่อน แล้วจึงคิดว่ามันง่าย เป็นไปได้ที่สุด และอยู่ในเวลาที่กำหนดได้หรือไม่

นร.5: เลือกแนวทางที่เหมาะสม และตอบโจทย์มากที่สุด เห็นภาพได้ชัดเจนที่สุด โดยมีการระบุเปอร์เซ็นต์ และเลือกแนวทางที่เป็น 100% ก่อน ซึ่งมันจะทำให้เรามั่นใจว่าสิ่งที่เราเลือกมานั้นคือทางที่ดีที่สุดแล้วจริง ๆ

นร.6: เลือกจากสิ่งที่คิดว่ามันดีที่สุดในแง่ที่เป็นไปได้ที่จะทำได้สำเร็จค่อนข้างมากตามที่โจทย์ต้องการ โดยการระบุเป็นเปอร์เซ็นต์ออกมา

นร.7: เลือกแนวทางที่ทำแล้วเหมือนของจริงมากที่สุด โดยการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย

นร.8: เลือกแนวทางที่ทำให้ทุกคนเข้าใจได้ตรงกันมากที่สุด เห็นภาพได้ชัดเจนสามารถสื่อสารออกมาได้ดีที่สุดและทำออกมาเป็นรูปธรรมมากที่สุด โดยการระบุเปอร์เซ็นต์ เช่น ทำโมเดล 80% วาดรูป 30% เพราะอาจเห็นภาพไม่ชัดเจน บันทึกลงก็อาจจะไม่ชัดเจน พร้อมอธิบายเหตุผลก่อนตัดสินใจเลือกอีกครั้ง

นร.9: เลือกอันที่เป็นไปได้มากที่สุด ไม่ยากเกินไป และคำนึงถึงอุปกรณ์ในการใช้ด้วย

นร.10: คำนึงถึงเวลา ความถนัดของสมาชิกในกลุ่มและตนเอง

จากคำถามข้อ 3.4 จะเห็นว่า มีนักเรียนจำนวน 5 ใน 10 คน ทำการระบุเปอร์เซ็นต์ที่เป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนจำนวน 4 ใน 10 คน คำนึงถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหา เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความถนัดของตนเองและสมาชิกในกลุ่ม และนักเรียนจำนวนหนึ่งคนทำการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแนวทางในการแก้ปัญหานั้น โดยแสดงร่องรอยการระบุแนวทางในการแก้ปัญหาดังภาพประกอบ 35-38

My Solution "ส่งไม้คว้าว้าแชมป์"

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา การจัดการสิ่งของในห้องเรียนให้เรียบร้อย ไม่เก็บไว้

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่จำกัดความคิด พร้อมระบุเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น แล้วร่วมกันสรุปเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง

- model → 100% : เน้นภาพให้ชัดเจน หัวสัดส่วน และรูปวาง
- อดรูป 2D → 20% : เน้นรูปทรงว่า เป็นรูปอะไร แต่ไม่เน้นภาพ หัวสัดส่วน
- อดรูป 3D → 70% : เน้นรูปทรง และสัดส่วน แต่ไม่เน้นภาพของวง
- อดรูปกลิ้ง → 100% : เน้นสัดส่วน รูปทรง และภาพให้ชัดเจน แต่ก็ยังไม่ประกอบ
- ทำgraphic → 30% : ทำภาพ

นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาคือ อดรูปกลิ้ง

เพราะ เน้นสัดส่วน เน้นเส้น model แต่ใช้ 100% ของเวลา

ภาพประกอบ 35 ร่องรอยการค้นหาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution "ส่งไม้คว้าว้าแชมป์" ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 1

My Solution "น้ำผึ้งมะนาว"

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ขนาดบรรจุภัณฑ์น้ำผึ้งมะนาว

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่จำกัดความคิด พร้อมระบุเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น แล้วร่วมกันสรุปเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง

- | | | |
|--------------|-----|------------------------------------|
| • model | 40% | เน้นภาพชัด 6จนต์ |
| • แฉกคัลล์ | 80% | เน้นภาพแต่ไม่ทัวขนาด |
| • prototype | 95% | เน้นภาพชัดจนเพราะเป็นแบบเหมือนจริง |
| • 3D printer | 50% | ไม่มีเครื่อง, แพง |
| • 2D drawing | 20% | ไม่เน้นภาพเท่าไร |

นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาคือ prototype

เพราะ เน้นภาพชัดที่สุด

ภาพประกอบ 36 ร่องรอยการค้นหาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution "น้ำผึ้งมะนาว" ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 2

My Solution "งาดำชื่อดังย่านบางรัก"

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา กล้วยตากสดและกล้วยตากแห้ง

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่จำกัดความคิด พร้อมระบุเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น แล้วร่วมกันสรุป เพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง

- วาดรูป 50% เห็นรูปว่างชัดเจน แต่ไม่เห็นขนาดจริงๆ ว่าขนาดเท่ากันอย่างไรก็สะดวก
- โหมด 90% เห็นรูปว่างขนาดชัดเจน สมจริง
- กราฟเฟด 60% ไม่เห็นชัดเจนแบบจับต้องได้ แต่เห็นรูปว่างชัด
- ป้อนดินน้ำมัน 45% สามารถปิดเขี้ยวได้ ไม่อยู่ทรง นิ่ม ยากใช้สมจริง
- ตัดไม้ 45% ยาก นิ่ม
- กล่องตัวอย่าง (กล่องตามความต้องการ) 45% ขงยาก คิดในฝันกว่า

นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาคือ กล้วยตากแห้ง
 เพราะ เห็นชัดเจนกว่าอย่างอื่น

ภาพประกอบ 37 ร่องรอยการค้นหาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution "งาดำชื่อดังย่านบางรัก" ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 3

My Solution "กล่องเล็กในลังใหญ่"

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ออกแบบบรรจุภัณฑ์ใส่สบู่.....

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่จำกัดความคิด พร้อมระบุเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น แล้วร่วมกันสรุปเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง

- วาดรูป 3D 80% ใช้งาหนดูไม่ออก
- วาดรูป คลี่ 95% ทำได้แต่ไม่เห็นของจริง → มองยาก
- ทำโมเดลกระดาษ 100% ทำได้ เห็นภาพได้จริง ใช้งาหนเข้าใจ
- ทำโมเดลไม้ 90% ทำได้ เห็นภาพจริงแต่ไม่มีอุปกรณ์
- 3D Printer 90% ทำได้ เห็นภาพจริง แต่ไม่มีอุปกรณ์
- หา Prototype จริงๆ → สามารถใส่ได้ 6 ชิ้น 90% ทำได้เห็นภาพจริงแต่โอกาสเจอเป็นไปได้ยาก

นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาคือ ...ทำโมเดลกระดาษ.....

เพราะ ...ทำได้ เห็นภาพได้จริง ใช้งาหนเข้าใจ.....

ภาพประกอบ 38 ร่องรอยการค้นหาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution "กล่องเล็กในลังใหญ่" ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 4

ผู้วิจัย: 3.5 นักเรียนสามารถลงมือแก้ปัญหาในใบกิจกรรมและสร้างชิ้นงานต้นแบบหลังจากได้แนวทางในการแก้ปัญหาเลยหรือไม่ อย่างไร

นร.1: ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ โดยจะต้องวางแผนก่อนว่าต้องทำอะไรบ้าง ระบุความรู้ หรือส่วนต่าง ๆ ก่อนแก้ปัญหา

นร.2: ยังไม่สามารถทำได้ ต้องค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือความรู้อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

นร.3: ก่อนจะลงมือก็ต้องวางแผนก่อนว่าจะเริ่มจากส่วนใด ต้องใช้อะไรบ้าง และเมื่อถึงเวลาลงมือแก้ปัญหาก็จะสามารถทำตามลำดับขั้นตอนนั้นได้เลย และจะได้ไม่สับสนในตอนแก้ปัญหา

นร.4: ต้องเริ่มคิดเป็นลำดับก่อน ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่ามีความรู้ในเรื่องอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองไม่ลืมว่าจะใช้ความรู้อะไรบ้างในการแก้ปัญหา

นร.5: ไม่สามารถลงมือแก้ปัญหาได้ เพราะต้องวางแผน ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาก่อน

นร.6: ไม่ได้ เราจะต้องระบุว่าจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อะไรบ้างในการสร้างชิ้นงานหรือแก้ปัญหา เช่น พีทาโกรัส การดำเนินการบวก ลบ คูณ หาร หรือตรีโกณมิติ

นร.7: ย้อนกลับไปดูเงื่อนไขที่ใช้ในการแก้ปัญหาค้าง

นร.8: จะต้องมีการวางแผนก่อนว่าต้องใช้ความรู้หรืออุปกรณ์ในการแก้ปัญหา

นร.9: ต้องมาคิดวางแผนเกี่ยวกับแนวทางที่เราจะทำว่าต้องเตรียมอะไรบ้าง มีรายละเอียด ขั้นตอนอย่างไร และจะต้องแบ่งหน้าที่หรือแบ่งงานกัน

นร.10: ไม่ได้ ต้องระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหา ระบุความรู้และสิ่งที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัย: 3.6 ถ้าไม่สามารถลงมือแก้ปัญหาได้ นักเรียนทำอย่างไรต่อเพื่อให้แก้ปัญหาได้

นร.1: ลองคิดใหม่อีกรอบ และปรึกษาเพื่อนหรือครู

นร.2: ลองกลับไปดูสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เงื่อนไข ความต้องการของสถานการณ์ปัญหา รวมถึงอาจจะต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง

นร.3: จะต้องย้อนกลับไปดูว่าเรานำข้อมูลส่วนใดมาใช้บ้าง ต้องตัดหรือเพิ่มอะไรกับสิ่งที่โจทย์ต้องการ

นร.4: หาวิธีการอื่นที่อาจจะพอเป็นไปได้ เช่น วาดรูปก่อนทำโมเดล

- นร.5: ปรีกษามาชิกภายในกลุ่มและหาแนวทางในการแก้ปัญหาแบบใหม่
- นร.6: ลองกลับไปอ่านปัญหาอีกครั้งหนึ่ง เพราะอาจตกหล่นประเด็นใดไป และลองเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา
- นร.7: ปรีกษาเพื่อน ใช้ข้อมูลหรือประสบการณ์เดิมที่เคยเรียนมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การทำโมเดลจากคาบเรียนก่อนหน้า
- นร.8: ลองใช้แนวทางในการแก้ปัญหาอื่นที่เขียนไว้
- นร.9: ลองใช้แนวทางในการแก้ปัญหาอื่นที่มีความเป็นไปได้น้อยลง ที่สามารถลงมือทำได้ ณ เวลานั้น
- นร.10: ดูว่า ณ ตอนนั้นขาดความรู้หรืออุปกรณ์อะไรไป หากพบแล้วก็ต้องไปหาข้อมูลเพิ่มเติม หรือจัดเตรียมอุปกรณ์เพิ่ม

ผู้วิจัย: 3.7 นักเรียนทราบได้อย่างไรว่า ข้อมูลที่ค้นมานั้นมีความถูกต้องเพียงพอ และน่าเชื่อถือ

- นร.1: คิดวิเคราะห์และตัดสินใจร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม
- นร.2: วิเคราะห์ด้วยตนเองตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นว่า ข้อมูลที่หานั้นสามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่
- นร.3: วิเคราะห์จากข้อมูลว่าสามารถนำไปแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ ถ้าหากลงมือแก้ปัญหาแล้วสำเร็จแสดงว่าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ
- นร.4: นึกถึงผลสำเร็จของชิ้นงานหรือการแก้ปัญหานั้นว่าเป็นอย่างไร หากคิดว่าสามารถทำได้ที่ระบุลงไปว่ามีความถูกต้อง เพียงพอและน่าเชื่อถือ
- นร.5: ร่วมกันคิดกับเพื่อนว่ามีข้อตกหล่นหรือข้อบกพร่องบ้างไหม
- นร.6: ต้องลองทำจริง ซึ่งจะกลับมาเพิ่มข้อมูลหากข้อมูลที่หามานั้นไม่เพียงพอ
- นร.7: อาจจะยังไม่ทราบในทันทีว่ามีความเพียงพอแล้วหรือไม่ เมื่อเริ่มลงมือปฏิบัติแล้วจะทำให้รู้ว่าต้องใช้ข้อมูลหรือความรู้อะไรเพิ่มบ้าง
- นร.8: ต้องย้อนกลับไปดูสถานการณ์ปัญหาอีกครั้งว่าข้อมูลที่ระบุมีความถูกต้องกับสถานการณ์ปัญหาแล้วหรือไม่ ความเพียงพอจากชิ้นงานต้นแบบว่าสามารถทำออกมาได้หรือไม่ หากไม่เพียงพอก็กลับมาระบุข้อมูลเพิ่มเติม
- นร.9: วิเคราะห์ข้อมูลอีกครั้งว่าข้อมูลที่หามานั้นมีความเพียงพอหรือไม่
- นร.10: ดูแหล่งอ้างอิงว่ามีความถูกต้อง น่าเชื่อถือหรือไม่ และถามจากคนอื่นเพิ่มเติม

จากคำถามข้อ 3.5 - 3.7 จะเห็นว่า นักเรียนจำนวน 9 ใน 10 คน แสดงความคิดเห็นในทิศทางเดียวกันว่า ก่อนการลงมือแก้ปัญหาจำเป็นต้องวางแผนในการแก้ปัญหา ก่อน โดยนักเรียนจำนวน 7 ใน 10 คน กล่าวถึงการระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และความรู้อื่น ๆ นักเรียนจำนวน 5 ใน 10 คน กล่าวถึงการระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหา และนักเรียนจำนวน 1 คน แสดงความคิดเห็นว่า ก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้นจะต้องย้อนกลับไปดูเงื่อนไขที่ใช้ปัญหาอีกครั้ง

ทั้งนี้หากนักเรียนไม่สามารถลงมือแก้ปัญหาได้ นักเรียนจำนวน 6 ใน 10 คน จะทำการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ ใช้แนวทางในการแก้ปัญหาคือที่ระบุไว้หรือใช้แนวทางในการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้น้อยลง นักเรียนจำนวน 3 ใน 10 คน จะทำการย้อนกลับดูข้อมูลเงื่อนไข หรือความต้องการของสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง นักเรียนจำนวน 3 ใน 10 คน ปรึกษาเพื่อนหรือครู และนักเรียนจำนวน 1 คน ทำการค้นคว้าหาข้อมูลหรือจัดเตรียมอุปกรณ์เพิ่มเติมที่ใช้ในการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่ระบุนั้นมีความถูกต้อง เพียงพอ และน่าเชื่อถือ นักเรียนจำนวน 5 ใน 10 คน ทำการวิเคราะห์ พิสูจน์ หรือย้อนมองข้อมูลที่ตนเองหรือสมาชิกในกลุ่มหามาอีกครั้ง นักเรียนจำนวน 3 ใน 10 คน ทำการร่วมกันตัดสินใจกับเพื่อนหรือสอบถามจากครู และนักเรียนจำนวน 2 ใน 10 คน แสดงข้อคิดเห็นที่น่าสนใจว่า อาจจะยังไม่ทราบโดยทันทีว่า ถูกต้องหรือเพียงพอหรือไม่ ต้องลงมือปฏิบัติจริงก่อนถึงจะทราบได้ว่า ข้อมูลที่หามานั้นมีความถูกต้องและเพียงพอหรือไม่ แสดงดังภาพประกอบ 39-42

About My Solution “น้ำผึ้งมะนาว”

แนวทางในการแก้ปัญหา คือ ทำ Prototype นุ่มหนืด.....

ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมระบุแนวคิดหลักในแต่ละเรื่อง และแหล่งที่มาในการหาความรู้

ความรู้ทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาตร - พื้นที่ - เรขาคณิต - ภาพดัด - หน่วยทศวัต - +, -, ×, ÷
ความรู้ด้านอื่น ๆ	<ul style="list-style-type: none"> - กาวติด - กาวลาถภาพ
วัสดุ/อุปกรณ์	<ul style="list-style-type: none"> - กรดน้ำ - กรดน้ำ - ไม้บรรทัด - กาว - ดินสอ

ถูกต้อง เพียงพอ ความน่าเชื่อถือ

ภาพประกอบ 39 ร่องรอยการระบุและพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About My Solution “น้ำผึ้งมะนาว” ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 2

About My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”

แนวทางในการแก้ปัญหา คือ ...ทำ model.....

ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมระบุแนวคิดหลักในแต่ละเรื่อง และแหล่งที่มาในการหาความรู้

ความรู้ทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> • ปริมาตร • + - x ÷ • พีทโกรัส
ความรู้ด้านอื่น ๆ	<ul style="list-style-type: none"> - ภาพศิลปะ (ประติมากรรม) - การทำโมเดล
วัสดุ/อุปกรณ์	<ul style="list-style-type: none"> - กระดาษ - กาว - ดินสอ - กรรไกร

ถูกต้อง เพียงพอ ความน่าเชื่อถือ

ภาพประกอบ 40 ร้อยรายการระบุและพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 3

About My Solution “กล่องเล็กในลังใหญ่”

แนวทางในการแก้ปัญหา คือ ทำไมเดลิเกราะ

ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมระบุแนวคิดหลักในแต่ละเรื่อง และแหล่งที่มาในการหาความรู้

ความรู้ทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> • การหาพีทาโกรัส • การวัดขนาด • อัตราส่วน • การบวกลบคูณหาร
ความรู้ด้านอื่นๆ	<ul style="list-style-type: none"> • การวาดรูป • การตัดกระดาษ • การทำกาบ • ลักษณะการถือถังผู้อื่น
วัสดุ/อุปกรณ์	<ul style="list-style-type: none"> • กระดาษว่าง • กระดาษสี • กาว • ดินสอ • เทปกาว

ถูกต้อง เพียงพอ ความน่าเชื่อถือ

ภาพประกอบ 41 ร่องรอยการระบุและพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About My Solution “กล่องเล็กในลังใหญ่” ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 4

About My Solution “ส่งไม้คว้าว้าแชมป์”

แนวทางในการแก้ปัญหา คือ ...ทำ Model.....

ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมระบุแนวคิดหลักในแต่ละเรื่อง และแหล่งที่มาในการหาความรู้

ความรู้ทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - ทฤษฎีบทพีทาโกรัส - +, -, ÷, x - สามเหลี่ยม - เซตคณิต → ๑/๒๓ (n x y x z)
ความรู้ด้านอื่น ๆ	<ul style="list-style-type: none"> - การกะประมาณ - การวาดภาพศิลปะ - ทักษะการใช้อุปกรณ์ - การประดิษฐ์
วัสดุ/อุปกรณ์	<ul style="list-style-type: none"> - ดินสอ - ยางลบ - ไม้บรรทัด - กรรไกร - คัตเตอร์ - กะดาษ - กาว

ถูกต้อง
เพียงพอ
ความน่าเชื่อถือ

ภาพประกอบ 42 ร่องรอยการระบุและพิจารณาข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About My Solution “ส่งไม้คว้าว้าแชมป์” ชั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ของนักเรียนคนที่ 8

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
 ขั้นที่ 3 สร้างความคิด รวมถึงตัวอย่างร่องรอยการดำเนินการของนักเรียนข้างต้น ผู้วิจัยทำการสรุป
 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการวางแผน
 รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ พร้อมรายละเอียดในแต่ละ
 ประเด็น ดังตาราง 45

ตาราง 45 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
 ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ พร้อม
 รายละเอียดสำคัญของแต่ละประเด็น

ประเด็นสำคัญ	รายละเอียดสำคัญ
1. ลักษณะกิจกรรมที่ส่งผลให้นักเรียน ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อม เหตุผล	1.1 กิจกรรมกลุ่ม 1.1.1 หลายสมองหลายความคิด 1.1.2 ระดมความคิด / ระดมไอเดีย / แשר์ไอเดีย / แשר์มุมมองในการแก้ปัญหา 1.1.3 ร่วมปรึกษา / อภิปรายร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม
2. วิธีการในการเลือกแนวทางใน การแก้ปัญหา	2.1 ระบุเปอร์เซ็นต์ 2.2 ดู/คำนึงถึงความเป็นไปได้ 2.2.1 คำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา 2.2.2 คำนึงถึงวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา 2.2.3 คำนึงถึงความถนัดของตนเองและสมาชิก 2.3 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย
3. หลักการวางแผนก่อนการแก้ปัญหา	3.1 ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา 3.2 ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา 3.2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์ 3.2.2 วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา 3.2.3 ความรู้อื่น ๆ 3.3 ค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม 3.3 ตรวจสอบเงื่อนไขที่ใช้ในการแก้ปัญหาอีกครั้ง 3.4 แบ่งหน้าที่หรือแบ่งงานกันในกลุ่ม

ตาราง 45 (ต่อ)

ประเด็นสำคัญ	รายละเอียดสำคัญ
4. วิธีการในการแก้ปัญหาเมื่อไม่สามารถลงมือแก้ปัญหาต่อได้	4.1 เปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา 4.2 ย้อนกลับไปตรวจสอบข้อมูลเพื่อหาข้อผิดพลาด 4.3 ปรึกษาเพื่อนหรือครู 4.4 หาข้อมูลเพิ่มเติม
5. วิธีการตรวจสอบข้อมูล	5.1 วิเคราะห์/พิจารณา/ย้อนมองข้อมูลอีกครั้ง 5.2 ร่วมกันตัดสินใจกับเพื่อน 5.3 สอบถามครู

จากตาราง 45 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหายังมี วิจารณ์ญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหายังรอบคอบ พร้อมรายละเอียดสำคัญของแต่ละประเด็น ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลในการสัมภาษณ์นักเรียน เป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ขั้นที่ 3 สร้างความคิด รวมถึงตัวอย่าง ร่องรอยการดำเนินการข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เมื่อนักเรียนระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา และสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหาแล้ว นักเรียนจะทำการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดย Key Word สำคัญของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นสร้างความคิด คือ “มันจะเป็นไปได้ไหม ถ้าเราจะ...” ซึ่งเป็นคำที่คอยช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความคิด ค้นหาแนวทางที่แตกต่าง หลากหลาย แปลกใหม่ โดยไม่จำกัดความคิดของตนเอง แต่อาจจะต้องคำนึงถึงบริบทของสถานการณ์ ความถนัดของตนเองหรือสมาชิกในกลุ่มและเวลาที่ใช้ในการทำงาน

การทำกิจกรรมกลุ่มส่งผลให้นักเรียนค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหามากกว่า กิจกรรมรายบุคคล เนื่องจากกิจกรรมกลุ่มเป็นกิจกรรมที่มีสมาชิกมากกว่า 1 คน ทำให้เกิด หลากหลายความคิด นักเรียนได้ร่วมกันแชร์แนวคิดหรือมุมมองที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน และอาจทำให้รู้สึกมั่นใจในการแก้ปัญหามากขึ้น

เมื่อนักเรียนค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหได้อย่างหลากหลายแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ทำการระบุเปอร์เซ็นต์ถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหา เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ใน

การแก้ปัญหา ความถนัดของตนเองและสมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เห็นภาพได้ชัดเจน และตรงตามความต้องการของสถานการณ์ปัญหาให้มากที่สุด

หลังจากได้แนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนจำเป็นต้องวางแผนในการแก้ปัญหา เช่น การระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และความรู้อื่น ๆ ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหา รวมทั้งอาจต้องย้อนกลับไปดูเงื่อนไขที่ใช้ปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้ตนเองไม่หลงลืมว่าจะใช้ความรู้ใดในการแก้ปัญหาลดความสับสนในการแก้ปัญหา และสามารถทำตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้ได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้หากนักเรียนไม่สามารถลงมือแก้ปัญหาได้ นักเรียนจะทำการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ ใช้แนวทางในการแก้ปัญหาอื่นที่ระบุไว้หรือใช้แนวทางในการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ น้อยลง ย้อนกลับไปพิจารณาข้อมูล เงื่อนไข หรือความต้องการของสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง ปรีกษาเพื่อนหรือครู และทำการค้นคว้าหาข้อมูลหรือจัดเตรียมอุปกรณ์เพิ่มเติมที่ใช้ในการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่จะทำการวิเคราะห์ พิจารณา หรือย้อนมองข้อมูล (ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์) ที่ตนเองหรือสมาชิกในกลุ่มหามาอีกครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่หามานั้นสามารถแก้ปัญหาได้ หรือร่วมกันตัดสินใจกับเพื่อนหรือสอบถามจากครู เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่ระบุนั้นมีความถูกต้อง เพียงพอ และน่าเชื่อถือ และนักเรียนจำนวน 2 คน แสดงข้อคิดเห็นที่น่าสนใจว่า อาจจะไม่ทราบโดยทันทีว่าถูกต้องหรือเพียงพอหรือไม่ ต้องลงมือปฏิบัติจริงก่อนถึงจะทราบได้ว่า ข้อมูลที่หามานั้นมีความถูกต้องและเพียงพอหรือไม่ หากไม่เพียงพอก็สามารถกลับมาระบุข้อมูลเพิ่มเติมได้ภายหลัง

จะเห็นว่าผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ชั้นที่ 3 ประกอบกับงานเขียนหรือสิ่งที่นักเรียนกระทำในกระบวนการมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างมีประสิทธิภาพ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาย่างรอบคอบ ประกอบด้วย

การระบุแผนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ที่นักเรียนได้ฝึกฝนจากการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

การระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาย่างเป็นลำดับ จากการฝึกระบุเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About Prototype ก่อนการลงมือแก้ปัญหา ตามผลสัมภาษณ์ของนักเรียนคนที่ 9 กล่าวว่า “ต้องวางแผนเกี่ยวกับแนวทางที่เราจะทำว่าต้องเตรียมอะไรบ้าง มีรายละเอียด ขั้นตอนอย่างไร”

การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ที่นักเรียนได้ฝึกฝนจากการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์ ในใบกิจกรรม About My Solution ตามบทสัมภาษณ์ของนักเรียนคนที่ 4 กล่าวว่า “ต้องระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ความรู้ในเรื่องอะไรบ้าง เพื่อให้ตนเองไม่ลืมว่าจะใช้ความรู้อะไรในการแก้ปัญหา”

การพิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ที่นักเรียนได้ฝึกฝนผ่านการร่วมกันวิเคราะห์หรือพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการแก้ปัญหา ตามผลสัมภาษณ์ของนักเรียนคนที่ 1 และ 2 กล่าวในทำนองเดียวกันว่า คิดวิเคราะห์และตัดสินใจร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม หรือวิเคราะห์ด้วยตนเองตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นว่าข้อมูลที่หานั้นสามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่

การอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา ที่นักเรียนได้ฝึกฝนจากระบุเปอร์เซ็นต์และการอธิบายเหตุผลในใบกิจกรรม My Solution

ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการคัดเลือกตัวอย่างร่องรอยชีวิตความสามารถในการแก้ปัญหามีวิจรรย์ญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหอย่างรอบคอบ ดังภาพประกอบ 43-45

ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ

ระบุแผนการดำเนินการ นำว่า อีซูปทางอันไหนคุ้มค่าที่สุด

ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ	ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
1. อ่านโจทย์และทำความเข้าใจ situation	1. การบวกลบคูณหาร
2. หาเงื่อนไขในการเลือกพื้นที่	2. เทียบบัญญัติไตรยางค์
↳ พื้นที่ไม้เส้น / ไม้ขงขระเกิน	↳ คิดเปอร์เซ็นต์ %
↳ ความหนาเกิน 4 cm	
↳ พื้นที่ที่ต้องปูมีขนาด $24 \times 3 \text{ m}^2$	
2.1 ตัดไม้หกเมตรกระเบื้องออก	
3. สิ่งที่โจทย์ให้เกี่ยวกับราคา	
↳ อีซูปทางมีราคาข้างปู 1000-1500 คู่	
↳ ค่าช่างตัดแต่ง 1000 บาท	
↳ ทั้งสองข้างราคาจะถูกลง 10%	
4. คิดราคากระเบื้องทั้งสามแบบและเทียบ	
ความคุ้มค่าแบบไหนเหมาะสม โดยคิด	
ค่าช่างและการลดราคา	

พิจารณาข้อมูล

ด้านความถูกต้องของข้อมูล ด้านความเพียงพอของข้อมูล

ระบุเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางข้างต้น

คิดว่าข้อมูลถูกต้องเพราะหลังจากวิเคราะห์ได้ใจความเหมือนกับที่อ่านใน 2 หน้ากระดาษแรก (โจทย์)

ภาพประกอบ 43 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหามีวิจารณ์ญาณ ด้านการวางแผน
 รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ ในแบบทดสอบ
 วัดความสามารถในการแก้ปัญหการแก้ปัญหามีวิจารณ์ก่อนเรียน ของนักเรียนคนที่ 4

ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ

ระบุแผนการดำเนินการ นำกระดาษไปโน้มน้ำหนักที่สุด และนำกระดาษกล่อง

ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ	ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
1. อ่านโจทย์อย่างละเอียด	1. การบวกลบคูณหาร
2. ดูว่ากระดาษไปโน้มน้ำหนักที่สุด	2. การคิดเปอร์เซ็นต์
กระดาษ - สะพานข้าง - นิ้ว → ④ ⑤ ⑥	3. ดูว่าอันไหนหนักกว่า น้อยกว่า
3. บวก 5 cm ในแต่ละด้านของทุกใบ	4. การหาปริมาตร
4. คิดปริมาตร (กว้าง × ยาว × สูง)	
5. ดูว่าปริมาตรกล่องตรงราคาเท่าใด	
6. คิดราคาที่โดนสุดไป 20% (กระดาษ)	
7. บวกราคาที่ลดกับค่ากล่องแต่ละวัน	
8. เปรียบราคาว่าอันไหนถูกสุด	

พิจารณาข้อมูล

ด้านความถูกต้องของข้อมูล ด้านความเพียงพอของข้อมูล

ระบุเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางข้างต้น

สามารถหาคำตอบได้ง่ายและรวดเร็ว

ภาพประกอบ 44 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ ในแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาคำตอบได้ง่ายและรวดเร็ว ของนักเรียนคนที่ 4

จากภาพประกอบ 43-45 จะเห็นว่า นักเรียนคนที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติได้ดียิ่งขึ้นอย่างเป็นลำดับ เห็นได้จากในแบบทดสอบก่อนเรียนและระหว่างเรียน นักเรียนทำการระบุปัญหาในช่องแผนการดำเนินการซึ่งไม่ถูกต้อง แต่ในแบบทดสอบหลังเรียนนั้น นักเรียนสามารถระบุแผนการดำเนินการ (วาดรูป และ คำนวณ) ได้อย่างถูกต้อง

ประเด็นในการการระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติเป็นลำดับและการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยพบเห็นมีรายละเอียด ดังนี้ ประเด็นที่ 1 นักเรียนระบุข้อมูลที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติในแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งไม่พบเห็นการระบุข้อมูลที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติในแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน ประเด็นที่ 2 นักเรียนสามารถระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติขั้นตอนชัดเจนและสามารถนำไปถึงคำตอบที่ต้องการได้ในแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียนได้ และประเด็นที่ 3 นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและชัดเจนมากขึ้นอย่างเป็นลำดับ

นอกจากนี้ นักเรียนทำการพิจารณาถึงความถูกต้องของข้อมูล ความเพียงพอของข้อมูล และระบุเหตุผลในการเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติ สำหรับความสอดคล้องของขั้นตอนกับวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติจะแสดงตัวอย่างและอธิบายในหัวข้อถัดไป

2.3 ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก

การศึกษารายละเอียดของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก ผู้วิจัยทำการพิจารณาผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 4 ประกอบกับงานเขียนหรือสิ่งที่นักเรียนกระทำในกระบวนการ และงานเขียนในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการจัดระเบียบข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายทั้ง 10 คน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัย: 4.1 เมื่อนักเรียนได้แนวทางในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติเรียบร้อยแล้ว นักเรียนลงมือทำอย่างไร

นร.1: ลงมือแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติ โดยการคำนวณก่อนไปทำโมเดลหรือชิ้นงานต้นแบบ

นร.2: เริ่มคิดคำนวณในสิ่งที่สอดคล้องกับการสร้างโมเดลและสอดคล้องกับเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น การคิดอัตราส่วน

นร.3: ลงมือแก้ปัญหาลงมือปฏิบัติ

- นร.4: ลงมือแก้ปัญหาในใบกิจกรรมก่อนสร้างชิ้นงาน
- นร.5: เริ่มออกแบบชิ้นงานต้นแบบว่าจะให้มีรูปร่างหรือลักษณะเป็นอย่างไร
- นร.6: ลงมือทำชิ้นงานต้นแบบ โดยทำแบบร่างและประกอบชิ้นงาน
- นร.7: วาดกรอบแนวคิดลงในกระดาษและสร้างโมเดลขึ้นมา
- นร.8: ออกแบบโมเดล โดยคำนึงถึงเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา เช่น กล้องจะต้องมีขนาดเท่าไรจึงจะสอดคล้องกับปริมาตรที่โจทย์กำหนด
- นร.9: ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาและลงมือแก้ปัญหา
- นร.10: เริ่มแก้ปัญหา

จากคำถามข้อ 4.1 จะเห็นว่า เมื่อนักเรียนได้แนวทางในการแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนจะเริ่มลงมือแก้ปัญหา โดยมีวิธีการดำเนินการที่แตกต่างกัน เช่น เริ่มจากการคำนวณให้สอดคล้องกับชิ้นงานต้นแบบแล้วสร้าง หรือออกแบบ วาดกรอบแนวคิดชิ้นงานต้นแบบแล้วสร้าง นอกจากนี้มีนักเรียนจำนวน 1 คน แสดงความคิดเห็นว่า “ระบุแนวทางในการแก้ปัญหา” ก่อนลงมือแก้ปัญหา

ผู้วิจัย: 4.2 นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่หาเพิ่มเติมหรือไม่ อย่างไร

- นร.1: ใช้เรื่องหลักการออกแบบ
- นร.2: ใช้เรื่องหลักการตัดโมเดล รวมถึงการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เช่น การตัดโมเดลอย่างไรให้ออกมาสวยไม่เป็นขลุ่ย
- นร.3: ความรู้ด้านอื่น ๆ ที่ใช้ คือ การทำโมเดล ซึ่งมันไม่ได้อยู่ในชีวิตประจำวันมากนัก
- นร.4: ใช้ เช่น วิธีการตัดกระดาษชานอ้อยอย่างไรให้ไม่เป็นขลุ่ย เมื่อหาวิธีการได้และทำได้สำเร็จแล้วรู้สึกภูมิใจมาก
- นร.5: ได้ใช้ความรู้เรื่องการแปลงหน่วยมากขึ้น รวมถึงได้ดึงความรู้เก่าที่เคยเรียนมา เช่น บัญญัติไตรยางค์ มาใช้ในการแก้ปัญหา
- นร.6: ใช้ เช่น โจทย์ที่จะมีการแปลงหน่วยที่ไม่เคยพบเห็น (ช้อนโต๊ะอเมริกัน) จึงจำเป็นต้องหาความรู้เพิ่มเติมมาใช้ประกอบการแก้ปัญหา
- นร.7: ไม่ค่อยได้หาข้อมูลเพิ่มเติมเท่าไร โดยส่วนใหญ่จะเป็นการวิเคราะห์จากบทความมากกว่า
- นร.8: ในช่วงแรกได้ใช้ความรู้ที่หามาเพิ่มเติม เช่น การตัดโมเดล หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทำให้ในกิจกรรมช่วงหลังจะใช้ความรู้จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

นร.9: ใช้ เมื่อเกิดความไม่แน่ใจก็จะทำการสืบค้นข้อมูลและนำมาประยุกต์เข้าไปด้วยกัน เช่น เรื่องการแปลงหน่วย

นร.10: ใช้ เช่น จัดโต๊ะให้ครูก็จะต้องไปหาขนาดสิ่งของจริง ๆ เพื่อทำโมเดล

ผู้วิจัย: 4.3 ถ้าหาข้อมูลไม่เพียงพอ นักเรียนทำอย่างไรต่อ

นร.1: กลับไปอ่านข้อมูลเพิ่มเติม และจึงสามารถทำการแก้ปัญหาต่อไปได้

นร.2: หาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอและสอดคล้องกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

นร.3: หาข้อมูลเพิ่มเติมว่าสถานการณ์ปัญหาต้องการอะไรเพิ่มเติม

นร.4: กลับไปหาข้อมูลเพิ่มเติมให้ครบ แล้วค่อยทำการแก้ปัญหาต่อไป

นร.5: สอบถามจากผู้ที่มีความรู้ เช่น ครู หรือหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติม

นร.6: ต้องหาข้อมูลเพิ่มเติม

นร.7: ช่วยกันหาวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพิ่มเติม

นร.8: พยายามดัดแปลง ประยุกต์ข้อมูลหรือความรู้ที่เคยศึกษามา รวมถึงย้อนกลับไปสำรวจข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น และหาข้อมูลเพิ่มเติม

นร.9: ค้นคว้าเพิ่มเติม

นร.10: ต้องหาเพิ่ม

จากคำถามข้อ 4.2 -4.3 จะเห็นว่า นักเรียนจำนวน 5 ใน 10 คน ทำการหาและใช้ความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับการทำโมเดล เช่น การออกแบบโมเดล หลักการตัดโมเดล เป็นต้น และนักเรียนจำนวน 5 ใน 10 คน หาความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางคณิตศาสตร์ เช่น การแปลงหน่วย พีทาโกรัส อัตราส่วนตรีโกณมิติ หรือการวัดสิ่งของต่าง ๆ เพื่อใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานต้นแบบต่อไป นอกจากนี้หากข้อมูลที่ค้นหามาไม่เพียงพอ นั้น นักเรียนจำนวน 9 ใน 10 คน จะทำการหาข้อมูลเพิ่มเติม และนักเรียนจำนวน 2 ใน 10 คน จะทำการย้อนกลับไปสำรวจข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในขั้นตอนก่อนหน้า ดัดแปลง ประยุกต์ข้อมูลหรือความรู้ที่เคยเรียนมาเพื่อแก้ปัญหาต่อไป ทั้งนี้การแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจะอยู่ในขั้นที่ 3 สร้างความคิด ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ข้อ 3.7 ของนักเรียนคนที่ 5 และคนที่ 6 ที่กล่าวในทำนองเดียวกันว่า “ต้องลงมือปฏิบัติแล้วจึงจะทำให้รู้ว่าข้อมูลที่หามา นั้นเพียงพอหรือไม่”

ผู้วิจัย: 4.4 ในใบกิจกรรม My About Prototype ฝั่งซ้ายเป็นการระบุเงื่อนไข และแสดงวิธีทำในฝั่งขวา ช่วยให้นักเรียนแสดงคำตอบและสร้างชิ้นงานต้นแบบได้ดีขึ้นหรือไม่ อย่างไร

นร.1: โอเค เพราะ ปกติจะทำการคำนวณอย่างไม่เป็นลำดับ เมื่อมีตารางจะสามารถแบ่งชัดเจนว่าคำตอบในแต่ละช่องคือคำตอบของเงื่อนไข หรือลำดับใด

นร.2: ดีขึ้น เพราะ สามารถคิดวิเคราะห์ที่ได้เป็นขั้นตอนมากขึ้น

นร.3: ช่วยก่อนการทำโมเดล เนื่องจากจะทำให้เห็นว่ามีลำดับในการสร้างอย่างไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีหน้าตาอย่างไร เพราะในโมเดลหนึ่งชิ้นอาจมีหลายส่วนประกอบ และทำให้ลดข้อผิดพลาดในการตัดกระดาษตอนประกอบโมเดลมากขึ้น

นร.4: ช่วยให้มีลำดับในการแก้ปัญหาและทำให้แบ่งงานกันในกลุ่มได้ชัดเจนขึ้น

นร.5: ใบกิจกรรมแบบนี้ มีทั้งข้อดีและข้อเสีย โดยข้อดีคือช่วยให้คิดเป็นลำดับขั้นตอน และลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ส่วนข้อเสีย คือ เสียเวลาในการสร้างชิ้นงาน เพราะจะต้องเขียนค่อนข้างเยอะ หากออกแบบไม่ชัดเจน

นร.6: ก็ดี เพราะช่วยให้เห็นลำดับและเงื่อนไข แต่ช่องค่อนข้างเล็ก เลยชอบเขียนในใบออกแบบเพื่อให้เห็นภาพรวมมากกว่า

นร.7: ช่วย เพราะเห็นลำดับว่าควรทำอะไรก่อนหลัง และสอดคล้องกับโมเดลที่เราจะทำหรือไม่

นร.8: ดีขึ้น เพราะ เห็นเป็นลำดับ และสามารถตรวจสอบได้ว่าเราทำถึงส่วนใดแล้วและส่วนใดบ้างที่ยังไม่ได้ทำ

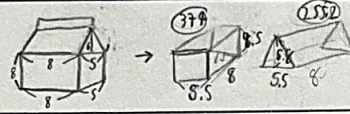
นร.9: ช่วยให้เห็นเป็นลำดับขั้นตอนดี

นร.10: ดี เพราะ ช่วยให้เห็นเป็นลำดับขั้นตอนมากขึ้น

จากคำถามข้อ 4.4 จะเห็นว่า นักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็นในเชิงบวกถึงใบกิจกรรม My About Prototype เนื่องจากใบกิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนเห็นถึงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ และนักเรียนจำนวน 2 ใน 10 คน ระบุเพิ่มเติมว่าใบกิจกรรมนี้ทำให้เห็นถึงเงื่อนไขตามที่สถานการณ์ปัญหากำหนดได้มากขึ้นอีก นอกจากนี้ นักเรียนจำนวน 2 ใน 10 คน แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ใบกิจกรรมนี้จำเป็นต้องเขียนค่อนข้างมาก ทำให้เสียเวลาในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ และใบกิจกรรมมีช่องที่ค่อนข้างเล็ก อาจทำให้ไม่สามารถเห็นถึงภาพรวมของการแก้ปัญหา จึงทำให้ต้องไปแสดงในใบออกแบบเพื่อให้เห็นภาพรวมมากขึ้น โดยแสดงตัวอย่างร่องรอยการแสดงผลคำตอบและชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนดังภาพประกอบ 46-53

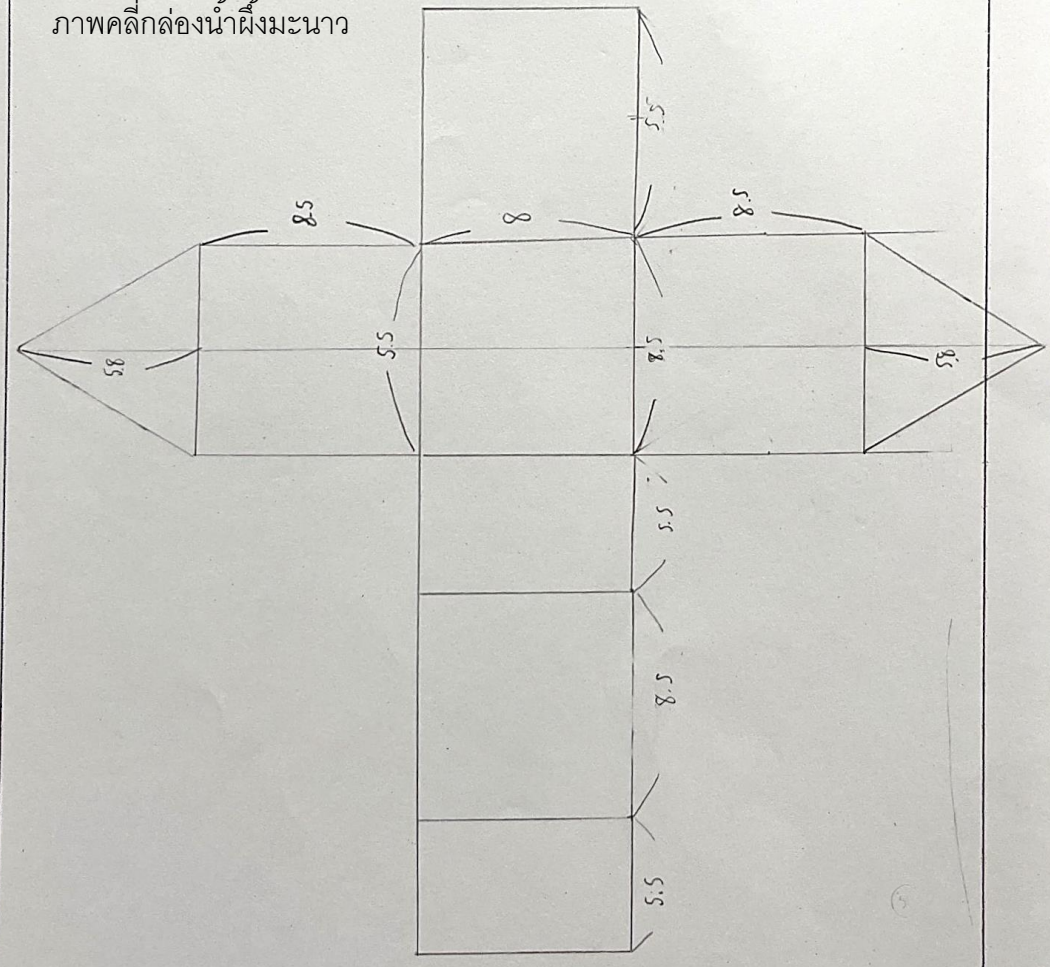
About Prototype "น้ำผึ้งมะนาว"

ให้นักเรียนระบุเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา และวิธีการในการหาคำตอบ

เงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา	วิธีคิด
① หาปริมาตรของขวด (cm ³)	$\frac{1}{2}L = 500 \text{ cm}^3$ $7 + sp = 103.50 \text{ cm}^2$
② หมายเหตุด้านหน้าและด้านข้างของภาพคือ	
	$500 + 103.5 = 603.5 + 26.5 = 630 \text{ cm}^3 \neq$

6.8
 3.5 = 36
 2.4
 5.5 x
 = 3
 5.5 x
 = 2.5

ภาพคลี่กล่องน้ำผึ้งมะนาว



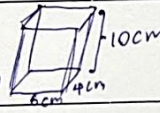


ภาพประกอบ 46 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม About Prototype "น้ำผึ้งมะนาว"

ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 2



ภาพประกอบ 47 ชิ้นงานต้นแบบ “น้ำผึ้งมะนาว”
 ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 2

About Prototype “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”
ให้นักเรียนระบุเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา และวิธีการในการหาคำตอบ

เงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา	วิธีคิด
① ปริมาตรวงจั่ว	80 cm^2 $2AT=2ภข$ $80 \times 3 = 240 \text{ cm}^2$
② ขนาดกล่อง	ปริมาตรของปริซึม พท. ฐาน \times สูง  $6 \times 4 \times 10 = 240$
③ ขนาดหลอด	 $a^2 + b^2 = c^2$ $196 = c^2$ $6^2 + 10^2 = c^2$ $11.66 = c$ $36 + 100 = c^2$ ≈ 11.5
④ ภาพกล่องกลี่	

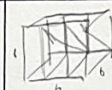
ภาพประกอบ 48 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม About Prototype “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 3



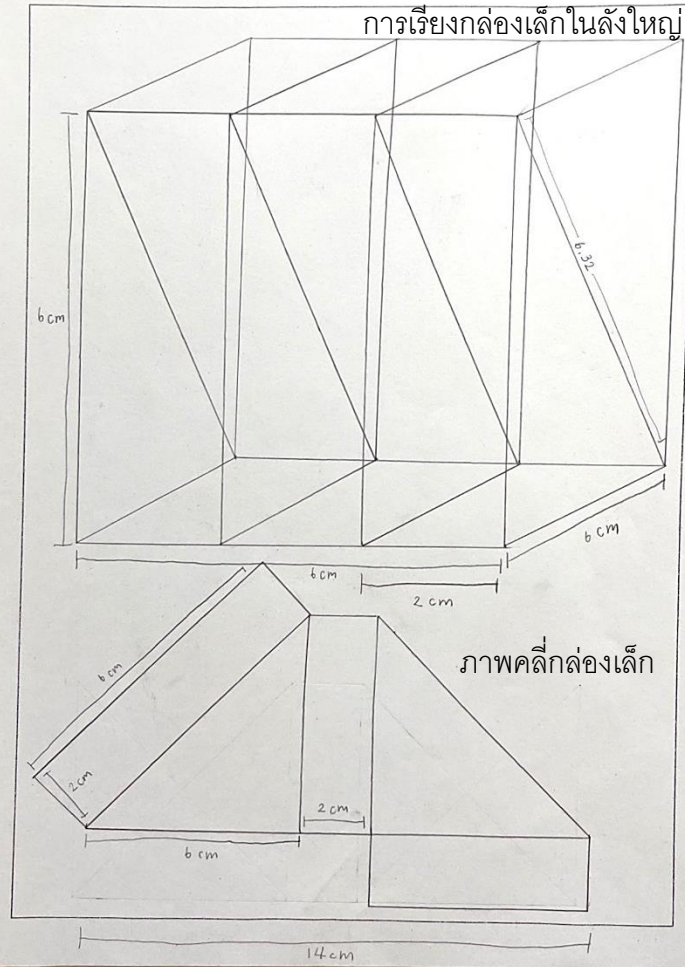
ภาพประกอบ 49 ชิ้นงานต้นแบบ “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”
ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 3

About Prototype "กล่องเล็กในลังใหญ่"

ให้นักเรียนระบุเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา และวิธีการในการหาคำตอบ

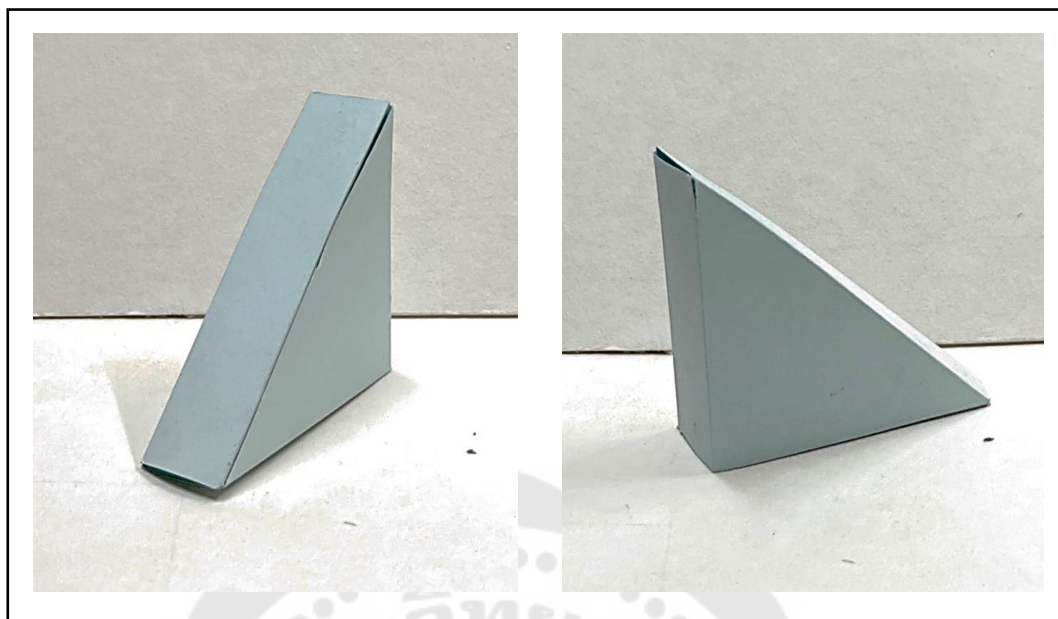
เงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา	วิธีคิด
หาปริมาตรกล่อง 6 ลบ.ซม.	$\text{ปริมาตร} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times \text{สูง}$ $= 6 \times 6 \times 6$ $= 216 \text{ ลบ.ซม.}$
หาปริมาตรบรรจุภัณฑ์ ใส่สี่บู่ (1 ชั้น)	$\text{ปริมาตร} = \text{กว้าง} \times \text{ยาว} \times \text{สูง}$ $= 6 \times 6 \times 6$ $= 216 \text{ cm}^3$ <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 20px;"> $\frac{\text{ปริมาตรกล่อง}}{\text{จำนวนกล่องสี่บู่}} = \frac{216}{6}$ $= 36 \text{ ลบ.ซม.}$ </div>
ขนาดที่ใส่กล่องสี่บู่	 <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> กว้าง: $\frac{6}{3} = 2 \text{ cm}$ ยาว: 6 cm </div>
ขนาดของตารางข้ามมุมฉาก (ความยาว)	$a^2 + b^2 = c^2$ $2^2 + 6^2 = c^2$ $4 + 36 = 40$ <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 20px;"> $\sqrt{40} = 6.32$ </div>

การเรียงกล่องเล็กในลังใหญ่



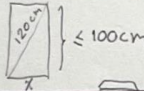
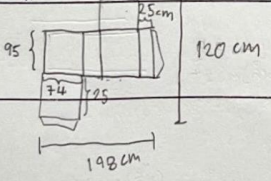
ภาพคลี่กล่องเล็ก

ภาพประกอบ 50 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม About Prototype "กล่องเล็กในลังใหญ่"
 ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 4

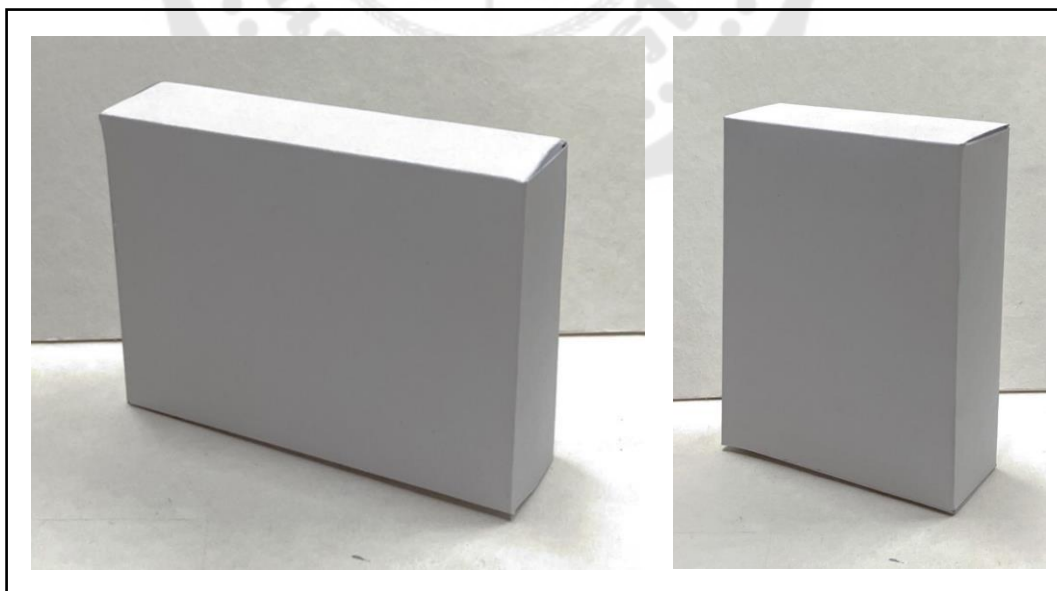


ภาพประกอบ 51 ชิ้นงานต้นแบบ “กล่องเล็กในลังใหญ่”
ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 4

About Prototype "ส่งไม้คว้าว้าแชมป์"
ให้นักเรียนระบุเงื่อนไขลำดับในการแก้ปัญหา และวิธีการในการหาคำตอบ

เงื่อนไขลำดับในการแก้ปัญหา	วิธีคิด
① ๒๗๒๗๖๖๖๖	ยาว 110 cm → 120 cm กว้างตามสูง 2 x 2 m → 2.00 x 2.00 cm กล่องขึ้นใหม่ 1 m → 100 cm หนา 10 cm
② ลอยวางโต๊ะใหม่ กล่องเบอร์ (A1)	30 x 80 x 30 900 + 1600 = c ² a ² + b ² = c ² 2500 = c ² 30 ² + 80 ² = c ² c = 50 → < 120 cm = ไม่ใส่ไม่ได้
③ ลอยวางโต๊ะใหม่ กล่องเบอร์ (A2)	6 x 64 x 6 36 + 4096 = c ² a ² + b ² = c ² 4132 = c ² 6 ² + 64 ² = c ² c = 64.28
④ ซาหาคกล่อง	 a ² + b ² = c ² x = 73.31 95 ² + x ² = 120 ² ขนาดกล่อง กว้าง 74 cm 9025 + x ² = 14400 ยาว 95 cm x ² = 5375 สูง 25 cm
⑤ ภาพศิลปะ	

ภาพประกอบ 52 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม About Prototype "ส่งไม้คว้าว้าแชมป์" ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 8



ภาพประกอบ 53 ชิ้นงานต้นแบบ "ส่งไม้คว้าว้าแชมป์" ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) ของนักเรียนคนที่ 8

จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
 ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ รวมถึงตัวอย่างร่องรอยการดำเนินการของนักเรียนข้างต้น ผู้วิจัยทำการสรุป
 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการดำเนินการ
 แก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก พร้อมรายละเอียดในแต่ละประเด็น ดังตาราง 46

ตาราง 46 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
 ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก พร้อมรายละเอียดในแต่ละประเด็น

ประเด็นสำคัญ	รายละเอียดสำคัญ
1. ลักษณะการแก้ปัญหา	1.1 การคำนวณ 1.2 การสร้างชิ้นงานต้นแบบหรือการทำโมเดล
2. ลักษณะของการค้นหาข้อมูล เพิ่มเติม	2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานต้นแบบหรือการ สร้างโมเดล 2.1.1 หลักการออกแบบ 2.1.2 หลักการตัดโมเดล 2.2 ข้อมูลทางคณิตศาสตร์ 2.2.1 การแปลงหน่วย 2.2.2 การวัดขนาดสิ่งของ
3. วิธีการแก้ปัญหาเมื่อข้อมูลไม่ เพียงพอ	3.1 แสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม 3.2 ย้อนสำรวจข้อมูลเพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาด
4. ผลการใช้ใบกิจกรรม My About Prototype ในการแก้ปัญหา	4.1 ข้อดี 4.1.1 เป็นลำดับขั้นตอน 4.1.2 เห็นเงื่อนไขในการแก้ปัญหา 4.2 ข้อเสีย 4.2.1 เสียเวลาในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ 4.2.2 ชื่อง่าย

จากตาราง 46 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรณญาณ ด้านการดำเนินการตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก พร้อมรายละเอียดสำคัญของแต่ละประเด็น ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลในการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ รวมถึงตัวอย่างร่องรอยการดำเนินการข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เมื่อนักเรียนได้แนวทางในการแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนจะเริ่มลงมือแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการดำเนินการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน เช่น เริ่มจากการคำนวณให้สอดคล้องกับชิ้นงานต้นแบบวาดกรอบแนวคิด ออกแบบ แล้วสร้างชิ้นงานต้นแบบ เป็นต้น

ทั้งนี้ นักเรียนส่วนใหญ่หาและใช้ความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับการทำโมเดล เช่น การออกแบบโมเดล หลักการตัดโมเดล รวมทั้งหาความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางคณิตศาสตร์ เช่น การแปลงหน่วย พีทาโกรัส อัตราส่วนตรีโกณมิติ หรือการวัดสิ่งของต่าง ๆ เพื่อใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานต้นแบบอีกด้วย และหากข้อมูลที่ค้นหาไม่เพียงพอ นักเรียนส่วนใหญ่จะทำการหาข้อมูลเพิ่มเติม ทำการย้อนกลับไปสำรวจข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในขั้นตอนก่อนหน้า ดัดแปลง ประยุกต์ข้อมูลหรือความรู้ที่เคยเรียนมาเพื่อแก้ปัญหาต่อไป

นักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็นในเชิงบวกถึงการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม My About Prototype 2 ประเด็น ได้แก่ ใบกิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนเห็นถึงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ และเห็นถึงเงื่อนไขตามที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดอยู่เสมอ นอกจากนี้ นักเรียนจำนวน 2 ใน 10 คน แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ใบกิจกรรมนี้จำเป็นต้องเขียนค่อนข้างมาก ทำให้เสียเวลาในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ และใบกิจกรรมมีช่องที่ค่อนข้างเล็ก อาจทำให้ไม่สามารถเห็นถึงภาพรวมของการแก้ปัญหา จึงทำให้ต้องไปแสดงในใบออกแบบเพื่อให้เห็นภาพรวมมากขึ้น

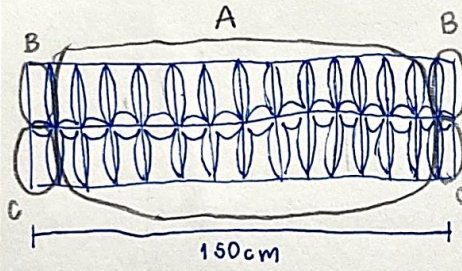
จะเห็นว่าผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ขั้นที่ 4 ประกอบกับงานเขียนหรือสิ่งที่นักเรียนกระทำในกระบวนการมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก คือ การดำเนินการตามแผนที่วางไว้ พร้อมตรวจสอบการแสดงผลลัพธ์หรือคำตอบให้ตรงตามเงื่อนไขอยู่เสมอ จากการฝึกแสดงวิธีคิด ให้สอดคล้องกับเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา ในใบกิจกรรม About Prototype ตามผลสัมภาษณ์ของนักเรียนคนที่ 1 กล่าวว่า “เมื่อมีตารางจะสามารถแบ่งได้ชัดเจนว่า คำตอบในแต่ละช่องคือคำตอบของเงื่อนไขหรือลำดับใด” ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการคัดเลือกตัวอย่างร่องรอยชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก ดังภาพประกอบ 54-56

ระบุแผนการดำเนินการ <u>นำกระเป๋าน้ำหนักที่สุด และขนาดกล่อง</u>	
ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ	ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก
1. อ่านโจทย์อย่างละเอียด	แสดงการคำนวณ
2. ดูว่ากระเป๋าใบไหนหนักไปที่สุด	$\begin{array}{r} \textcircled{4} \quad 42 \times 47 \times 16 \text{ cm (กระเป๋า)} \\ \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ 47 \times 52 \times 21 \text{ cm (กล่อง)} \end{array}$
น้ำหนัก-สะพายข้าง-นิ้ว $\rightarrow \textcircled{4} \textcircled{5} \textcircled{6}$	$\text{ปริมาตร} = 47 \times 52 \times 21 = 51,277 \text{ cm}^3$ $\text{ค่ากล่อง } 51,277 \text{ cm}^3 \Rightarrow 4000 \text{ บาท}$
3. บวก 5 cm ในแต่ละด้านของทุกใบ	
4. คิดปริมาตร (กว้าง \times ยาว \times สูง)	
5. ดูว่าปริมาตรกล่องตรงราคาเท่าใด	$\textcircled{5} \quad \begin{array}{r} 26 \times 28 \times 6 \text{ cm (กระเป๋า)} \\ \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ 31 \times 33 \times 11 \text{ cm (กล่อง)} \end{array}$ $\text{ปริมาตร} = 31 \times 33 \times 11 = 11,253 \text{ cm}^3$ $\text{ค่ากล่อง } 11,253 \text{ cm}^3 \Rightarrow 1500 \text{ บาท}$
6. คิดราคาที่ได้เหลือไป 20% (กระเป๋า)	
7. บวกราคาที่ลดกับค่ากล่องแต่ละอัน	$\textcircled{6} \quad \begin{array}{r} 48 \times 47 \times 23 \text{ cm (กระเป๋า)} \\ \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ 53 \times 52 \times 28 \text{ cm (กล่อง)} \end{array}$ $\text{ปริมาตร} = 53 \times 52 \times 28 = 77,168 \text{ cm}^3$ $\text{ค่ากล่อง } 77,168 \text{ cm}^3 \Rightarrow 4000 \text{ บาท}$
8. เปรียบราคาว่าอันไหนถูกสุด	$\textcircled{4} \quad \frac{80}{100} \times 14,700 = 11,960 \quad \mathbf{X}$ $11,960 + 4000 = 15,960$ $\textcircled{5} \quad \frac{80}{100} \times 17,000 = 13,600$ $13,600 + 1500 = 15,100$ $\textcircled{6} \quad \frac{80}{100} \times 15,300 = 12,240$ $12,240 + 4000 = 16,240$

ภาพประกอบ 55 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
 ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก ในแบบทดสอบ
 วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน ของนักเรียนคนที่ 4

ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ

ระบุแผนการดำเนินการ วาดรูป + คำนวณ

<p style="text-align: center;">ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านโจทย์ให้ละเอียดรอบคอบ 2. ลองวาดรูปเพื่อหาว่าแบบไหนคุ้มค่า 3. ตรวจสอบว่าความกว้างความยาวของกระเบื้องทำให้องค์ต้องใช้กี่แผ่น 4. ดูว่าราคาเท่าไร → รวมแถม 	<p style="text-align: center;">ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก</p> <p style="text-align: center;">แสดงการคำนวณ</p> <div style="text-align: center;">  <p>150cm</p> <p>กระเบื้อง 30 แผ่น/1 ไร่ ^{x2} (2ไร่)</p> <p>∴ ใช้กระเบื้อง 60 แผ่น ✕</p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>● = ตัวย้าย</p> <p>○ = เตาแถม</p> <p>∴ ต้องจ่ายกระเบื้อง 50 แผ่น</p> <p>จ่ายจั่วได้แถม 10 แผ่น ✕</p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>กระเบื้อง 1 แผ่น 10 บาท</p> <p>กระเบื้อง 50 แผ่น $\frac{50 \times 10}{1} = 500$ ฿</p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>B → 4 แผ่น A = ที่ทั้งหมด - (B + C)</p> <p>C → 4 แผ่น A = 60 - (4 + 4)</p> <p style="text-align: right;">= 52</p> </div>
--	---

ภาพประกอบ 56 ร้อยรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก ในแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 4

จากภาพประกอบ 54-56 จะเห็นว่า นักเรียนคนที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือกได้ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนจากงานเขียนในแบบทดสอบก่อนเรียนที่นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้เพียงเล็กน้อยและยังไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ระบุในชั้นก่อนหน้าอีกด้วย ในแบบทดสอบระหว่างเรียน นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ตรงตามขั้นตอนแต่ยังพบข้อผิดพลาด และในบางส่วนนักเรียนไม่ระบุหน่วยหรือทำสัญลักษณ์ในการเปรียบเทียบตามขั้นตอนที่ตนเองระบุ สำหรับแบบทดสอบหลังเรียน นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนการดำเนินการที่ตนเองระบุ สามารถแสดงวิธีการคำนวณได้อย่างถูกต้องเป็นลำดับขั้นตอน ระบุสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ ระบุหน่วยที่ใช้ในการแสดงคำตอบ รวมถึงแสดงคำตอบของปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบตามที่ตนเองระบุได้อย่างชัดเจน

2.4 ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์

การศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในชั้นที่ 5 ทดสอบ (Test) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ ผู้วิจัยทำการพิจารณาผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในชั้นที่ 5 ประกอบกับงานเขียนหรือสิ่งที่นักเรียนกระทำในกระบวนการ และงานเขียนในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการจัดระเบียบข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายทั้ง 10 คน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ผู้วิจัย: 5.1 นักเรียนคิดว่าการตรวจคำตอบมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาหรือไม่ อย่างไร

นร.1: จำเป็น เพราะ ถ้าแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ก็จะถือว่าไม่ใช่การแก้ปัญหา เหมือนเป็นการสร้างปัญหามากขึ้นกว่าเดิม

นร.2: มีความสำคัญ เพราะเป็นการตรวจสอบสิ่งที่เราคิดและคำนวณว่ามีความถูกต้องหรือไม่

นร.3: มีความสำคัญและมีความจำเป็น เพราะการตรวจสอบทำให้เราทราบว่าสิ่งที่เราคำนวณนั้นถูกต้องหรือไม่ หากไม่มีการตรวจสอบอาจจะทำให้ชิ้นงานออกมาได้ไม่สมบูรณ์ หรืออาจจะประกอบชิ้นงานไม่ได้

นร.4: จำเป็น เพราะขณะที่เราทำงาน อาจจะไม่เห็นรายละเอียดของงานไม่ชัดเจน

นร.5: สำคัญมาก เพราะเราจะไม่ทราบเลยว่าสิ่งที่เราแก้ปัญหานั้นถูกต้องหรือไม่

นร.6: จำเป็น เพราะ หากไม่ตรวจสอบอาจจะพลาดหรือตกหล่นไปบางจุด และคำตอบที่เราคิดเพียงรอบเดียวนั้นอาจจะเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง

นร.7: จำเป็นเพราะเป็นการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งให้ถูกต้องครบถ้วน

นร.8: จำเป็น เพราะหากมีข้อผิดพลาดเพียงเล็กน้อย ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อค่าของเราได้ หากไม่มีการตรวจสอบ และการตรวจคำตอบก็เป็นการทำให้เรามั่นใจมากขึ้นด้วย

นร.9: จำเป็น เพราะหากเราทำผิดแล้วมีการตรวจสอบ จะได้กลับไปแก้ไขได้ทัน

นร.10: จำเป็น เพราะการทำรอบเดียวนั้นก็มีโอกาสผิดพลาด และเป็นการดีที่การตรวจสอบก็ทำให้เราได้แก้ตัวทัน

ผู้วิจัย: 5.2 นักเรียนได้ชิ้นงานต้นแบบที่สมบูรณ์ในรอบแรกเลยหรือไม่ หากชิ้นงานต้นแบบออกมาไม่สมบูรณ์ นักเรียนทำอย่างไร พร้อมยกตัวอย่าง

นร.1: ไม่ได้เชิงสมบูรณ์ 100% เช่น ไม่ได้ตัดลิ้นเพื่อทำกล่องในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ เลยแก้ปัญหาโดยการนำกาวมาใช้เพื่อให้ประกอบเป็นกล่องได้

นร.2: แล้วแต่โจทย์ ซึ่งบางที่อาจเกิดจากการวางแผนไม่มากพอ แต่เมื่อเริ่มมีประสบการณ์แล้วจะทำให้เกิดความรู้สึกรอบคอบมากขึ้น และสุดท้ายชิ้นงานก็ออกมาอย่างไม่สมบูรณ์

นร.3: ไม่สมบูรณ์ก็ต้องกลับไปตรวจสอบข้อผิดพลาดว่าเกิดจากส่วนใด เช่น หากพบว่าคำนวณพลาดไปก็กลับไปแก้ไขที่จุดนั้น

นร.4: ไม่สมบูรณ์ก็ทำการแก้ไขให้ดีขึ้นที่สุด แต่หากคิดว่าการแก้ไขนั้นไม่ทันเวลาที่กำหนดแล้ว ก็อาจจะต้องปล่อยไป และทำให้ดีขึ้นในครั้งถัดไป

นร.5: ถ้าไม่สมบูรณ์ก็ปรับปรุงชิ้นงานให้ตรงตามทีโจทย์ต้องการมากที่สุด

นร.6: อาจจะยังไม่สมบูรณ์ เช่น การคำนวณผิดพลาด ก็ปรับเฉพาะจุด เพราะหากแก้ทั้งหมดก็อาจจะเสียเวลา

นร.7: ไม่สมบูรณ์ เช่น ในกิจกรรมแรก ๆ ก็จะต้องสอบถามกับครูและปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

นร.8: ไม่สมบูรณ์ ก็ดูว่าผิดส่วนใดบ้าง ทำการแก้ไข แต่หากไม่ทันเวลาหรืออาจจะไม่สามารถแก้ไขได้แล้วก็จะแก้ไขในชิ้นงานต่อไป

นร.9: ยังไม่สมบูรณ์ เช่น สืบสนในเรื่องสัดส่วน ภาพคลี่ และการสร้างโมเดล ในช่วงแรกกระดาษก็จะยับไม่เรียบร้อย แต่พอมีประสบการณ์ชิ้นงานก็จะมีคุณสมบัติมากขึ้น

นร.10: ยังไม่สมบูรณ์ เช่น การทำเสาเพื่อสร้างหลังคาบ่อปลาคาร์ป มีการตัดโมเดลผิดไปในครั้งแรก และทำการปรับแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากคำถามข้อ 5.1 – 5.2 จะเห็นว่า นักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็นว่าการตรวจคำตอบมีความสำคัญหรือมีความจำเป็น โดยนักเรียน 9 ใน 10 คน ให้ความเห็นว่าเป็นการตรวจสอบความถูกต้องในสิ่งที่คิดหรือการแสดงคำตอบอีกครั้ง หากพบข้อผิดพลาดจะได้ทำการแก้ไขได้ทันที ซึ่งหากไม่ทำการตรวจสอบอาจส่งผลกระทบต่อชิ้นงานต้นแบบหรือคำตอบได้ และเมื่อได้ชิ้นงานต้นแบบในรอบแรก นักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็นในทำนองเดียวกันว่า ชิ้นงานต้นแบบนี้้อาจยังไม่สมบูรณ์ โดยนักเรียนจำนวน 8 ใน 10 คน กล่าวว่า เมื่อชิ้นงานต้นแบบที่ออกมายังไม่สมบูรณ์จึงควรทำการปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นักเรียนจำนวน 2 ใน 10 คน กล่าวว่า ให้อ่อนกลับไปตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในแต่ละส่วนก่อนทำการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต้นแบบให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น ตัดโมเดลทำเสาเพื่อสร้างหลังคาบ่อปลาครึ่งผืน จึงทำให้ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ไม่ได้ตัดลิ้นเพื่อทำกล่องงาดำ ทำให้ต้องแก้ปัญหาโดยการใช้อาวเพื่อประกอบเป็นกล่องให้ได้ โดยแสดงร่องรอยการตรวจสอบผลลัพธ์ในใบกิจกรรมและชิ้นงานต้นแบบดังภาพประกอบ 57-60

Recheck "น้ำผึ้งมะนาว"	
ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงตามเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหาหรือไม่	
เงื่อนไขลำดับ	วิธีคิด
① ด้าน แกละ-ดัทช์ ปริมาตร □	$5.5 \times 8 \times 8.5 = 374$ $44 \times 8.5 = 374$ $374 = 374 \checkmark$
② ด้าน แกละ-ดัทช์ วงปริมาตร Δ	$5.5 \times 8 \times 5.8 = 255.2$ $44 \times 5.8 = 255.2$ $255.2 = 255.2 \checkmark$

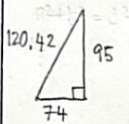
ภาพประกอบ 57 ร่องรอยการแสดงผลการตรวจคำตอบในใบกิจกรรม Recheck "น้ำผึ้งมะนาว" ชั้นที่ 5 ทดสอบ (Recheck) ของนักเรียนคนที่ 2

Recheck "งาดำชื่อดังย่านบางรัก"	
ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงตามเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหาหรือไม่	
เงื่อนไขลำดับ	วิธีคิด
①	$80 \times 3 = 240$ $240 = 240 \checkmark$
②	ปริมาณของปริซึม $6 \times 4 \times 10 = 240$ หน้าฐาน \times สูง $240 = 240 \checkmark$
③	$a^2 + b^2 = c^2$ $36 + 100 = (\sqrt{136})^2$ $6^2 + 10^2 = (\sqrt{136})^2$ $136 = 136 \checkmark$

ภาพประกอบ 58 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม Recheck "งาดำชื่อดังย่านบางรัก" ชั้นที่ 5 ทดสอบ (Recheck) ของนักเรียนคนที่ 3

Recheck "กล่องเล็กในลังใหญ่"	
ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงตามเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหาหรือไม่	
เงื่อนไขลำดับ	วิธีคิด
1	$4 \times 6 \times 6 = 216$ $216 = 216$
2	$4 \times 6 \times 6 = 216$ $\frac{216}{6} = 36$ $216 = 216$ $36 = 36$
3	$\frac{6}{3} = 2$ $2 = 2$
4	$d^2 + b^2 = c^2$ $4 + 36 = 40$ $\sqrt{40} = 6,32$ $2 + 6^2 = c^2$ $40 = 40$ $6,32 = 6,32$

ภาพประกอบ 59 ร่องรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม Recheck "กล่องเล็กในลังใหญ่" ชั้นที่ 5 ทดสอบ (Recheck) ของนักเรียนคนที่ 4

Recheck “ส่งไม้คว้าว้าแชมป์”		
ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงตามเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหาหรือไม่		
เงื่อนไขลำดับ	95 x 74 x 25	วิธีคิด
④		$a^2 + b^2 = c^2$ $95^2 + 74^2 = 120.42^2$ $9025 + 5476 = 14500.9764$ $14,501 = 14500.9764 \checkmark$

ภาพประกอบ 60 ร้อยรอยการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม Recheck “ส่งไม้คว้าว้าแชมป์” ชั้นที่ 5 ทดสอบ (Recheck) ของนักเรียนคนที่ 8

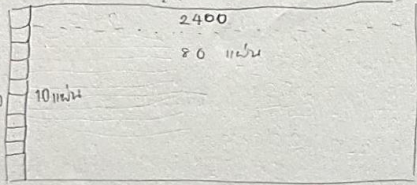
จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ชั้นที่ 5 ทดสอบ รวมถึงตัวอย่างร้อยรอยการดำเนินการของนักเรียนข้างต้น ผู้วิจัยทำการสรุปประเด็นสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ พร้อมรายละเอียดในแต่ละประเด็น ดังตาราง 47

ตาราง 47 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ พร้อมรายละเอียดในแต่ละประเด็น

ประเด็นสำคัญ	รายละเอียดสำคัญ
1. เหตุผลในการตรวจคำตอบ	1.1 ตรวจสอบความถูกต้องในสิ่งที่คิดหรือแสดงคำตอบ 1.2 เพื่อปรับปรุงแก้ไข 1.3 หากไม่ตรวจสอบคำตอบอาจส่งผลกระทบต่อชิ้นงานต้นแบบหรือคำตอบ 1.4 เพื่อเสริมสร้างความมั่นใจในการตอบ
2. แนวทางปฏิบัติเมื่อชิ้นงานไม่สมบูรณ์	2.1 ปรับปรุงแก้ไข 2.2 ตรวจสอบ/ย้อนมองข้อผิดพลาดในแต่ละส่วน 2.3 สอบถามครู

จากตาราง 47 ประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี
 วิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ พร้อมรายละเอียดสำคัญของแต่ละประเด็น
 ที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลในการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิดเชิง
 ออกแบบ ชั้นที่ 5 ทดสอบ รวมถึงตัวอย่างร่องรอยการดำเนินการข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า
 นักเรียนทุกคนเห็นความสำคัญหรือความจำเป็นในการตรวจคำตอบ เนื่องจากการตรวจคำตอบ
 เป็นการตรวจทานความคิดหรือสิ่งที่แสดงคำตอบอีกครั้ง ซึ่งอาจพบเห็นข้อผิดพลาดหรือข้อตกหล่น
 ที่อาจเกิดขึ้น เสริมสร้างความมั่นใจในการแสดงคำตอบ ทั้งนี้เมื่อชิ้นงานต้นแบบออกมาไม่สมบูรณ์
 นักเรียนจะทำการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต้นแบบให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น หรือตรวจสอบ/ย้อนมอง
 ข้อผิดพลาดในขั้นก่อนหน้า เช่น การคำนวณ ทั้งนี้จะทำให้นักเรียนเกิดความรอบคอบ
 มีประสบการณ์ และสามารถสร้างชิ้นงานต้นแบบที่มีความสมบูรณ์มากขึ้นในครั้งถัด ๆ ไป

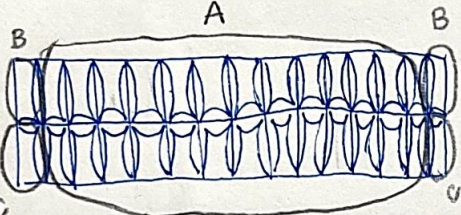
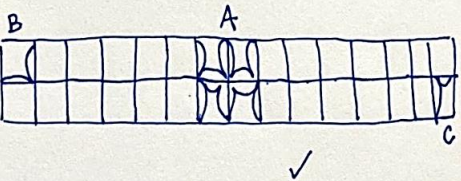
จะเห็นว่าผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในบทบาทของกระบวนการคิด
 เชิงออกแบบ ชั้นที่ 5 ประกอบกับงานเขียนหรือสิ่งที่นักเรียนกระทำในกระบวนการมีความ
 สอดคล้องกับตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและ
 ปรับปรุงผลลัพธ์ คือ การพิจารณาตรวจทานผลลัพธ์และคำตอบกับเงื่อนไขและความต้องการที่
 แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และการปรับปรุงผลลัพธ์และคำตอบให้ถูกต้องตรงตามเงื่อนไขและ
 ความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา ที่นักเรียนได้ฝึกฝนจากการตรวจสอบผลลัพธ์ให้ตรง
 ตามเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม Recheck ตามผลสัมภาษณ์ของนักเรียนคนที่ 2
 กล่าวว่า “การตรวจคำตอบมีความสำคัญ เพราะเป็นการตรวจสอบสิ่งที่เราคิดและคำนวณว่า
 มีความถูกต้องหรือไม่” และนักเรียนคนที่ 5 กล่าวว่า “ถ้าชิ้นงานไม่สมบูรณ์ ก็ปรับปรุงชิ้นงานให้
 ตรงตามที่โจทย์ต้องการมากที่สุด” ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการคัดเลือกตัวอย่างร่องรอยชี้วัดความสามารถ
 ในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ ดังภาพประกอบ

ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก	ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์
แสดงการคำนวณ	ตรวจสอบผลลัพธ์
<p>พื้นที่หน้าบ้าน = $24 \times 3 = 72$ ตร.ม.</p> <p>กรมเป็อง 10 ซม. = $30 \times 30 = 0.9$ ตร.ม.</p> <p>ใช้จำนวน $\frac{72000}{900} = 800$ แผ่น</p> 	
<p>ตอบ</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	

ภาพประกอบ 61 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ ในแบบทดสอบวัดความสามารถใน
การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ของนักเรียนคนที่ 4

ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก	ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์
แสดงการคำนวณ	ตรวจสอบผลลัพธ์
<p>④ $42 \times 47 \times 16$ cm (กระป๋อง)</p> <p style="text-align: center;">↓ ↓ ↓</p> <p>$47 \times 52 \times 21$ cm (กล่อง)</p> <p>ปริมาตร = $47 \times 52 \times 21 = 51,277$ cm³</p> <p>ค่ากล่อง $51,277$ cm³ ⇒ 4000 บาท</p> <p>⑤ $26 \times 28 \times 6$ cm (กระป๋อง)</p> <p style="text-align: center;">↓ ↓ ↓</p> <p>$31 \times 33 \times 11$ cm (กล่อง)</p> <p>ปริมาตร = $31 \times 33 \times 11 = 11,253$ cm³</p> <p>ค่ากล่อง $11,253$ cm³ ⇒ 1500 บาท</p> <p>⑥ $48 \times 47 \times 23$ cm (กระป๋อง)</p> <p style="text-align: center;">↓ ↓ ↓</p> <p>$53 \times 52 \times 28$ cm (กล่อง)</p> <p>ปริมาตร = $53 \times 52 \times 28 = 77,168$ cm³</p> <p>ค่ากล่อง $77,168$ cm³ ⇒ 4000 บาท</p>	<p>1. $47 \times 52 \times 21 = 51,277$</p> <p style="padding-left: 20px;">$51,277 = 51,277$</p> <p>2. $31 \times 33 \times 11 = 11,253$</p> <p style="padding-left: 20px;">$11,253 = 11,253$</p> <p>3. $52 \times 52 \times 28 = 77,168$</p> <p style="padding-left: 20px;">$77,168 = 77,168$</p> <p>4. $\frac{80}{100} \times 14,700 = 11,960$</p> <p style="padding-left: 20px;">$11,960 = 11,960$</p> <p style="padding-left: 20px;">* $11,960 + 4,000 = 15,960$</p> <p style="padding-left: 20px;">$15,960 = 15,960$</p> <p>5. $\frac{80}{100} \times 17,000 = 13,600$</p> <p style="padding-left: 20px;">$13,600 = 13,600$</p> <p style="padding-left: 20px;">+ $13,600 + 1,500 = 15,100$</p> <p style="padding-left: 20px;">$15,100 = 15,100$</p> <p>6. $\frac{80}{100} \times 15,300 = 12,240$</p> <p style="padding-left: 20px;">$12,240 = 12,240$</p> <p style="padding-left: 20px;">* $12,240 + 4,000 = 16,240$</p> <p style="padding-left: 20px;">$16,240 = 16,240$</p>
<p>④ $\frac{80}{100} \times 14,700 = 11,960$</p> <p style="padding-left: 20px;">$11,960 + 4,000 = 15,960$</p> <p>⑤ $\frac{80}{100} \times 17,000 = 13,600$</p> <p style="padding-left: 20px;">$13,600 + 1,500 = 15,100$</p> <p>⑥ $\frac{80}{100} \times 15,300 = 12,240$</p> <p style="padding-left: 20px;">$12,240 + 4,000 = 16,240$</p>	
<p>ตอบ ร้อยละเปอร์ ๕ คำนึงถึง</p>	

ภาพประกอบ 62 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ
ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ ในแบบทดสอบวัดความสามารถใน
การแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน ของนักเรียนคนที่ 4

ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก	ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์	
แสดงการคำนวณ	ตรวจสอบผลลัพธ์	
<p>หน้าซ้ายแผ่น</p>  <p>150 cm</p>		
<p>หน้ากึ่งแผ่น</p> <p>กระเบื้อง 30 แผ่น / 1 ชั้น $\times 2$ (2 ชั้น)</p> <p>\therefore ใช้กระเบื้อง 60 แผ่น ✘</p>	<p>10 cm \times 10 cm \rightarrow ต่อกว้าง $\rightarrow \frac{20}{10}$ ต้องใช้ 2 แผ่น $\left(\frac{20}{10} = 2 \right)$</p> <p>10 cm \times 10 cm \rightarrow ต่อด.ยาว $\frac{150}{10}$ ต้องใช้ 15 แผ่น $\left(\frac{150}{10} = 15 \right)$</p>	
<p>หน้าล่างกึ่งแผ่น</p> <p>● = ต่อกว้าง ○ = เทแถม</p> <p>\therefore ต้องจ่ายกระเบื้อง 50 แผ่น โดยจะได้แถม 10 แผ่น ✘</p>	<p>$\frac{60}{5} - 12 \rightarrow$ ใน 12 ต้องจ่าย 10 จะแถม 2</p> <p>$\frac{12}{12} = 12 \rightarrow 10 \times 5 = 50 \quad \left \begin{array}{l} 2 \times 5 = 10 \\ 10 = 10 \end{array} \right. \checkmark$</p>	
<p>หน้าล่างต้องจ่ายเงินเท่าไร</p> <p>กระเบื้อง 1 แผ่น 10 บาท</p> <p>กระเบื้อง 50 แผ่น $\frac{50 \times 10}{1} = 500$ ฿</p>	<p>$\frac{50 \times 10}{1} = 500$</p> <p>$60 - (4 + 4) = 52$</p> <p>$60 - 8 = 52$</p>	
<p>B \rightarrow 4 แผ่น A = ทั้งหมด - (B + C)</p> <p>C \rightarrow 4 แผ่น A = 60 - (4 + 4)</p> <p style="text-align: center;">= 52</p>	<p>500 = 500</p> <p>52 = 52</p>	
<p>ตอบ ใช้กระเบื้อง B 4 แผ่น กระเบื้อง C 4 แผ่น กระเบื้อง A 52 แผ่น โดยที่ทั้งหมด 500 บาท</p>		

ภาพประกอบ 63 ร่องรอยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
 ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ ในแบบทดสอบวัดความสามารถใน
 การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน ของนักเรียนคนที่ 4

จากภาพประกอบ 61-63 จะเห็นว่า นักเรียนคนที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ได้ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนจากงานเขียนในแบบทดสอบก่อนเรียนที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการตรวจสอบผลลัพธ์และการเขียนตอบได้ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ ในแบบทดสอบระหว่างเรียน นักเรียนสามารถแสดงตรวจสอบผลลัพธ์ได้ดีขึ้น แต่ยังคงดำเนินการตรวจสอบผลลัพธ์ผิด ซึ่งเกิดจากข้อที่คำนวณผิดพลาดในขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และระบุคำตอบได้ไม่ตรงตามปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบตามที่ตนเองระบุได้ สำหรับแบบทดสอบหลังเรียน นักเรียนสามารถดำเนินการตรวจสอบผลลัพธ์ได้ถูกต้อง ทำสัญลักษณ์เมื่อตนทำการตรวจสอบผลลัพธ์นั้นแล้ว และสามารถเขียนตอบปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบตามที่ตนเองระบุในการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียดได้



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีการดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
3. เพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นตามเกณฑ์ 70/70
2. นักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระยะก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.1 การกำหนดกลุ่มนำร่อง

กลุ่มนำร่อง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 27 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้วิจัยทำการพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มละ 9 คน แล้วทำการทดลอง เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพเครื่องมือ 3 ครั้ง ดังนี้

1.1.1 การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เป็นนักเรียนจำนวน 3 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 1 คน กลุ่มปานกลาง 1 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.1.2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เป็นนักเรียนจำนวน 6 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 2 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน กลุ่มต่ำ 2 คน และไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.1.3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เป็นนักเรียนจำนวน 18 คน จากนักเรียนกลุ่มสูง 6 คน กลุ่มปานกลาง 6 คน กลุ่มต่ำ 6 คน และไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคล และกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.2 การกำหนดกรอบแนวคิด

ผู้วิจัยนำผลจากการศึกษาข้อมูลในการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และศึกษาข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบของครูและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แนวคิดของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ที่มีส่วนประกอบหลัก คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวของโพลยา 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน และขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ และกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผ่านการสังเคราะห์จากนักวิชาการหลายท่าน ได้แก่ ขั้นที่ 1 พิจารณาประเด็นปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวม วิเคราะห์และจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นที่ 5 ประเมินผล รวมถึงความเกี่ยวเนื่องของการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จนเกิดเป็นแนวคิดที่เรียกว่า การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ แนวคิดการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยผู้วิจัยทำการสังเคราะห์และประยุกต์กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ของ The Stanford d.school Bootcamp Bootleg (2010) ที่ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ขั้นที่ 2 การตั้งกรอบปัญหา (Define) ขั้นที่ 3 การระดมความคิด (Ideate) ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) และขั้นที่ 5 การทดสอบ (Test) รวมทั้งแนวทางการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อแสวงหาแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดประเมินผลการเรียนรู้ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ และผลเฉลย โดยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผนนี้ แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่มจำนวน 4 แผน แผนละ 150 นาที สลับกับ กิจกรรมรายบุคคลจำนวน 4 แผน แผนละ 100 นาที และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน แบบทดสอบละ 2 ข้อ แบบทดสอบละ 100 นาที รวมทั้งสิ้น 11 คาบเรียน โดยกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนจะได้มีส่วนร่วมในการทำงานแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 3-4 คน แบบคณะความสามารถ โดยพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด (2) ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ (3) ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก และ (4) ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอนที่ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) ขั้นที่ 2 ตั้งกรอบปัญหา (Define) ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) และขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test)

1.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) เครื่องมือสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่มจำนวน 4 แผน แผนละ 150 นาที สลับกับ กิจกรรมรายบุคคลจำนวน 4 แผน แผนละ 100 นาที เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิต และไม่เกินระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (2) เครื่องมือสำหรับการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน (3) เครื่องมือสำหรับการศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน คือ แบบสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน เพื่อสอบถามนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบกับใบกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนเป้าหมาย

หลังจากการสร้างเครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมทางภาษาที่ใช้ โดยรายการประเมินในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินจะต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป ที่แปลความได้ว่า เหมาะสมมาก สำหรับในแบบทดสอบและแบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยทำการคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป รวมทั้งนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้คุณภาพตามที่กำหนด แล้วจึงนำเครื่องมือไปทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพกับกลุ่มนำร่อง

1.4 การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยแบ่งการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ 3 ครั้ง ดังนี้

การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เป็นนักเรียนจำนวน 3 คน จากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 1 คน เพื่อตรวจสอบชุดภาษา ความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยนักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพในกลุ่มต่อไป

การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เป็นนักเรียนจำนวน 6 คน จากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน และไม่เป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มรายบุคคล เพื่อตรวจสอบชุดภาษา ความเป็นปรนัย และหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยนักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพในกลุ่มต่อไป

การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เป็นนักเรียนจำนวน 18 คน จากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 6 คน และไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคลและกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบชุดภาษา ความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยนักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

2.1 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 27 คน โดยการสุ่มแบบชั้นภูมิ

นอกจากนี้ผู้วิจัยเลือกนักเรียนเป้าหมาย (Target Students) จำนวน 10 คน เพื่อทำการสัมภาษณ์ถึงบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

2.2 การกำหนดกรอบแนวคิด

การกำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ แนวคิดการจัดการเรียนการสอนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และแนวทางการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ มาทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และเพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

2.3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ในระยะที่ 1 และการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ในระยะที่ 1 และเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองรูปแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวน 1 ปัจจัย แบบวัดซ้ำ (Single-factor Repeated Measure Design) ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลองทั้งหมด 11 คาบเรียน แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่ม 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 150 นาที กิจกรรมรายบุคคล 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี

วิจารณ์ญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน 3 คาบเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบฉบับละ 50 นาที โดยเริ่มจากให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณก่อนเรียน ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 4 กิจกรรม (กิจกรรมที่ 1-4) ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณระหว่างเรียน และผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จำนวน 4 กิจกรรม (กิจกรรมที่ 5-8) แล้วจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณหลังเรียน สำหรับการศึกษายกย่องของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียน ผู้วิจัยทำการคัดเลือกนักเรียนเป้าหมายจำนวน 10 คน มาทำการสัมภาษณ์ เพื่อศึกษายกย่องของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียน ประกอบกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณ งานเขียนในใบกิจกรรมการเรียนการสอน และชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนเป้าหมาย

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน มาทำการค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วทำการทดสอบสมมติฐานว่า นักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณ์ญาณในระยะก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองแตกต่างกัน จากนั้นทำการวิเคราะห์ความแตกต่างรายคู่ของข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวน 1 ปัจจัย แบบวัดซ้ำ

สำหรับการศึกษายกย่องของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณของนักเรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ โดยเริ่มจากการจัดระเบียบข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ใส่อรรถข้อมูล กำหนดประเด็นสำคัญ แสดงรายละเอียดของประเด็นสำคัญ เพิ่มหลักฐานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณ์ญาณ งานเขียนในใบกิจกรรมการเรียนการสอน และชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนเป้าหมาย และอธิบายข้อมูล

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น” ผู้วิจัยสรุปและอภิปรายผลการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ไปทดลองกับกลุ่มนักร้อง จำนวน 3 ครั้ง เพื่อทำการหาประสิทธิภาพรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม และทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน โดยนำคะแนนจากกิจกรรมรายบุคคลและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน มาทำการคำนวณหาประสิทธิภาพ E1/E2 ซึ่ง E1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการจากร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้จากกิจกรรมรายบุคคลระหว่างเรียน จำนวน 4 กิจกรรม และ E2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน สรุปผลได้ว่า

ผลการหาประสิทธิภาพรายบุคคลของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยมีค่าเฉลี่ย 76.19/74.17 นอกจากนี้ผู้วิจัยค้นพบปัญหา/สิ่งที่ควรปรับปรุง สามารถสรุปประเด็นหลักได้ ดังนี้ (1) นักเรียนใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนดในหลายกิจกรรม เช่น ชี้นำเข้าสู่บทเรียนในกิจกรรมที่ 1 สถานความตั้งใจสุดท้ายของลุงเพียร ที่นักเรียนร่วมอภิปรายหลังดูวิดีโอทัศน์กันค่อนข้างนาน และมีเงื่อนไขค่อนข้างมาก ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างชิ้นงานต้นแบบได้เสร็จตามเวลาที่กำหนด ผู้วิจัยจึงทำการตัดต่อวิดีโอทัศน์ในส่วนที่สำคัญเพื่อให้มีเวลาในการอภิปรายเพิ่มขึ้น ลดเงื่อนไขในกิจกรรมจำนวน 1 เงื่อนไข จากห้องนอนของลูกแฝด 2 ห้อง เป็นลูกแฝดนอนห้องเดียวกัน กิจกรรมที่ 4 น้ำผึ้งมะนาว เนื่องจากในกิจกรรมนี้มีความยืดหยุ่นของคำตอบ คือ 628.5-366.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำให้นักเรียนใช้เวลาในการออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์มากกว่าเวลาที่กำหนด ผู้วิจัยจึงทำการขยายเวลาในขั้น Ideate จาก 5-10 นาที เป็น 10-15 นาที รวมทั้งปรับเวลาในกิจกรรมรายบุคคล ขั้น Empathy จาก 10 นาที เป็น 10-15 นาที และปรับเวลาในกิจกรรมกลุ่ม

ขึ้น Ideate จาก 10-15 นาที เป็น 15-20 นาที (2) นักเรียนเกิดความสับสนจากใบกิจกรรม เช่น นักเรียนไม่เข้าใจความหมายหรือสิ่งที่ต้องระบุใน Empathy Map ผู้วิจัยจึงควรอธิบายความหมายหรือสิ่งที่ต้องระบุใน Empathy Map เช่น What she see หมายถึง สิ่งที่เธอเห็นว่าเป็นปัญหา ภาพที่ใช้ในใบกิจกรรม เช่น ใบกิจกรรมที่ 3 เนื่องจากภาพสไลด์ก่อสร้างขึ้นจากด้านข้าง (Side View) แต่ภาพขอบสระเป็นภาพที่สร้างจากด้านบน (Top View) ผู้วิจัยจึงทำการปรับภาพและทำการอธิบายภาพประกอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น เป็นต้น (3) วัสดุหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ เช่น ใบกิจกรรม About Prototype มีลักษณะเป็นช่องตาราง ทำให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานต้นแบบออกมาได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงจัดเตรียมกระดาษสำหรับการออกแบบชิ้นงานต้นแบบให้นักเรียน และเน้นย้ำถึงความหนาของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ รวมถึงนักเรียนที่ไม่ได้คำนวณความหนาของกระดาษจนน้อย ทำให้บางส่วนของชิ้นงานต้นแบบไม่สามารถประกอบเข้ากันได้ ผู้วิจัยจึงเน้นย้ำถึงความหนาของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานต้นแบบด้วย

ผลการหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อยของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยมีค่าเฉลี่ย 77.98/75.83 นอกจากนี้ผู้วิจัยค้นพบปัญหา/สิ่งที่ควรปรับปรุง สามารถสรุปประเด็นหลักได้ ดังนี้ (1) ความไม่สมจริงจากการสร้างชิ้นงานต้นแบบ เช่น กิจกรรมที่ 5 หลังคาบ่อปลาคาร์ป เมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานต้นแบบเสร็จเรียบร้อยพบว่า ความสูงของบ่อปลาคาร์ปเกิดความไม่สมจริง ผู้วิจัยจึงปรับความสูงของบ่อปลาคาร์ปจาก 1 เมตร เป็น 1.2 เมตร (2) ความสับสนในการออกแบบหรือสร้างชิ้นงานต้นแบบ เช่น กิจกรรมที่ 6 ส่งไม้คิ้วว่าแฮมป์ นักเรียนสับสนหรือหลงลืมเงื่อนไขของกล่องต้องมีความหนาอย่างน้อย 10 เซนติเมตร ผู้วิจัยจึงควรอธิบายตัวอย่างภาพคลี่กล่องจาก 1 กล่องเป็น 2 กล่อง และกำชับให้เห็นถึงความหนาของกล่องจากภาพคลี่ที่ยกตัวอย่าง

ผลการหาประสิทธิภาพภาคสนามของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยมีค่าเฉลี่ย 78.21/75.28 นอกจากนี้ผู้วิจัยค้นพบปัญหา/สิ่งที่ควรปรับปรุง สามารถสรุปประเด็นหลักได้ว่า นักเรียนสอบถามถึงความไม่แน่ชัดของเงื่อนไข เช่น นักเรียนสอบถามถึงความยาวของไม้คิ้วว่าสามารถคำนวณความยาวของไม้คิ้วได้มากกว่า 120 เซนติเมตร หรือไม่ และนักเรียนสอบถามความกว้างและความยาวของโต๊ะทำงานครุฑี ซึ่งจะส่งผลต่อการออกแบบและสร้างชิ้นงานต้นแบบ

ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงระบุเงื่อนไขจากไม้ควมมีความยาว 120 เซนติเมตร เป็น อย่างน้อย 120 เซนติเมตร และเพิ่มขนาดโต๊ะครูที่มีความกว้าง 1 เมตร และยาว 1.2 เมตร

จากการแสดงผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม เท่ากับ 76.19/74.17 77.98/75.83 และ 78.21/75.28 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 ทั้งนี้ ประสิทธิภาพภาคสนามของผลลัพธ์ (75.28) จะน้อยกว่าประสิทธิภาพภาคสนามของกระบวนการ (78.21) อยู่ร้อยละ 2.93 ซึ่งสอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 11) ที่กล่าวถึงความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนผลลัพธ์ได้ไม่เกินร้อยละ 5 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิต ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก

1. ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลในการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และศึกษาข้อมูลในการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบของครูและนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลจากการศึกษาพบว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบจะช่วยส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ คิดเป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างรอบคอบ เข้าใจปัญหาได้ลึกซึ้งและตรงประเด็น มองเห็นวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ โดยครูควรใช้สถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน ใช้คำถามให้นักเรียนเกิดการพิจารณาไตร่ตรองให้ครบทุกมุมมอง รวมถึงการร่วมกันแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน จากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลมาสร้างและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สอดคล้องกับ อธิเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์ (2561) ที่มีการศึกษาสภาพการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียน เพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาพฤติกรรมแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเป็นแนวทางในการสร้างเกณฑ์คะแนนแบบวิเคราะห์รายด้านของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งช่วยให้กิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถเสริมสร้างความสามารถและพฤติกรรมแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้

2. กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและแบบทดสอบทุกชุดได้ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้เครื่องมือวิจัยมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ของ นันทชัย นवलสอาด (2562, น. 60-71) ที่ได้วางแผนแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการแบบเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงในชีวิต โดยเริ่มจากการกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ การกำหนดขอบเขตเนื้อหา ออกแบบ สร้าง พัฒนา และปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปทดลองกับกลุ่มนักร้องเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และได้ร่างกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมาไปใช้ในการทดลองภาคสนามได้

ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ในระยะที่ 1 และเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน จากนั้นนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์และทดสอบสมมติฐาน เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนสรุปผลได้ว่า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระยะก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลองที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการทดลองแตกต่างกับก่อนการทดลอง ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองแตกต่างกับระหว่างการทดลอง และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองแตกต่างกับก่อนการทดลอง ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เท่ากับ 5.92 10.85 และ 14.83 ตามลำดับ และหากพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณรายด้าน พบว่า ด้านที่ 1 การพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด เท่ากับ 1.63, 2.42 และ 2.92

ตามลำดับ ด้านที่ 2 การวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ เท่ากับ 2.50, 4.38 และ 4.58 ตามลำดับ ด้านที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก เท่ากับ 1.50, 2.50 และ 4.00 ตามลำดับ และด้านที่ 4 การตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ เท่ากับ 0.29, 1.29 และ 3.33 ตามลำดับ นั่นหมายถึงเมื่อนักเรียนใช้กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบแล้ว นักเรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ ภูซงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559, น. 19-20) ที่กล่าวถึงประโยชน์ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบว่า เมื่อมีการใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผู้เรียนจะเกิดความสามารถในหลายด้าน เช่น ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา (Problem and Solution) การคิดแก้ปัญหานั้นมีมิติความคิดหลายประเด็น เช่น ความสวยงามในการออกแบบ การใช้วัสดุในการผลิต กระบวนการผลิต จึงทำให้ผู้แก้ปัญหาได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ รวมถึงการคัดกรองและประมวลความคิดในหลายระดับ ตลอดจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) และ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นการสรุปปัญหา เลือกและตัดสินใจในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การคิดบูรณาการ (Integrative Thinking) โดยการผสมผสานแบบกระบวนการ สหวิชา หรือเทคนิคในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย จนเกิดเป็นการค้นพบใหม่ ๆ เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังสอดคล้องกับ พันธุ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560) ได้ทำการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า หลังการทดลองนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก

สำหรับบทบาทกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ มีรายละเอียดการสรุปผลดังนี้ เมื่อนักเรียนได้เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) และขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา (Define) แล้ว นักเรียนจะสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ระบุนิยามต่าง ๆ และตีกรอบปัญหาได้ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียดได้ดีขึ้น กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ขั้นที่ 3 สร้างแนวคิด (Ideate) เป็นการสร้างความคิดให้นักเรียนค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย พิจารณาและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาผ่านการระบุเปอร์เซ็นต์และคำนึงถึงความถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทาง พร้อมแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ปัญหา

นั้น ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ สำหรับกระบวนการคิดเชิงออกแบบขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นการแสดงวิธีการหาคำตอบและสร้างชิ้นงานต้นแบบ โดยตรวจสอบความถูกต้องในการแก้ปัญหาให้ตรงตามเงื่อนไขและเป็นลำดับขั้นตอนอยู่เสมอ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก และในขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test) ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นการพิจารณาผลลัพธ์ ตรวจสอบความถูกต้องในการแสดงวิธีการหาคำตอบ และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต้นแบบให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ สอดคล้องกับ Matthee & Turpin (2019) ทำการศึกษาทักษะคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญหา ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลักสูตร IS สำหรับนักเรียนในอนาคต ซึ่งวัตถุประสงค์หนึ่งของหลักสูตรที่ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ คือ การสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการแก้ปัญหา จะมุ่งเน้นเพื่อการทำทำความเข้าใจปัญหา จำแนกประเภทของปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ส่วนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะมุ่งเน้นไปที่ การวิเคราะห์ การประเมิน และการตอบสนองต่อข้อเท็จจริง ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาหลังใช้หลักสูตร IS และนักเรียนสะท้อนถึงกระบวนการคิดเชิงออกแบบว่า “กระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้ฉันเป็นนักแก้ปัญหาหรือนวัตกรรม ซึ่งช่วยให้ฉันคิดหาวิธีแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์” นอกจากนี้กระบวนการคิดเชิงออกแบบจะช่วยให้นักเรียนรับมือกับการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบกับสถานการณ์ปัญหาจริงได้อีกด้วย

จากการสรุปผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ข้างต้น จะเห็นว่านักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน สูงขึ้นอย่างเป็นลำดับ อีกทั้งยังพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณที่สูงขึ้นในทุกด้าน ทั้งนี้เนื่องมาจาก

1. บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

1.1 บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) และขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา (Define) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจรรย์ญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด มีรายละเอียดดังนี้

ในขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือกลุ่มเป้าหมาย (Empathy) หลังจากนักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะเป็นบทสนทนาเสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะมีวิธีการในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกัน เช่น การขีดเส้นใต้หรือทำไฮไลต์ข้อความที่มีความเกี่ยวข้อง/จำเป็นในการแก้ปัญหา หรือทำการขีดฆ่าข้อความที่ไม่เกี่ยวข้อง/ไม่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาออก ก่อนระบุข้อมูลประกอบด้วย What he/she feels, What he/she says, What he/she sees สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา และส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งจำเป็นในการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรม Empathy Map ผ่านการเขียนข้อมูลที่พบเห็นในสถานการณ์ปัญหา เขียนจากข้อมูลที่ขีดเส้นใต้หรือทำไฮไลต์ หรือเขียนด้วยถ้อยคำของตนเอง ซึ่ง Empathy Map มีส่วนช่วยในการแบ่งแยกส่วนต่าง ๆ เช่น เขารู้สึกอย่างไร อะไรคือปัญหา ส่วนที่สำคัญหรือจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และส่วนที่ไม่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งมีส่วนช่วยให้คลายความสับสน และไม่เสียเวลาหากต้องกลับไปอ่านสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง สอดคล้องกับ ทรงเกียรติ วิโรจน์กุลทอง (2562, น.127) ทำการศึกษาการพัฒนาอาจารย์เกื้อหนุนผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยอภิปรายผลการศึกษาในขั้น Empathy พบว่า อาจารย์เกื้อหนุนสามารถเข้าใจในปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง โดยใช้การสัมภาษณ์และการตั้งคำถามเชิงบวก สามารถจำแนก พยายามเข้าใจปัญหากับลักษณะของปัญหา และอธิบายปัญหาที่พบเห็นได้อย่างเป็นขั้นตอนและชัดเจนขึ้น และสอดคล้องกับ พันธุ์ยุทธน้อยพินิจ (2560, น.10) ระบุว่า Empathy เป็นการให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มศึกษาปัญหาการออกแบบ (Design Challenge) ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องภาคตัดกรวยที่ครูกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาบทสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและคำชี้แจงให้เข้าใจ แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรม Empathy Map ที่ครูจัดเตรียมไว้ โดยสิ่งที่ต้องระบุลงใน Empathy Map ประกอบด้วย คำพูด การกระทำ ความคิด ความรู้สึก ความต้องการ ลักษณะของบุคคลด้วยภาษาในเชิงเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากข้อมูลการสัมภาษณ์

ในขั้นที่ 2 ตีกรอบปัญหา (Define) คือ การสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ที่ได้มาจากการวิเคราะห์/สังเคราะห์/ตีความ/ประมวลเป็นความเข้าใจของ

ตนเอง โดยนักเรียนส่วนใหญ่ทำการสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา จากข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาและจากข้อมูลใน Empathy Map ร่วมกัน สอดคล้องกับ ทรงเกียรติ วิโรจน์กุลทอง (2562, น.127) อภิปรายผลการศึกษาในชั้น Define พบว่า อาจารย์เกื้อหนุนสามารถชี้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจนและมีแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างมีทิศทางเดียวกัน โดยขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและบริบทที่เกี่ยวข้องของการสร้างความเข้าใจกับกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง เพื่อสรุปประเด็นสำคัญและเป้าหมายของการออกแบบอันนำมาซึ่งโจทย์ที่ชัดเจน สอดคล้องกับ มานิตย์ อาษานอก (2561, น.10) ศึกษาการบูรณาการกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ พบว่า การกำหนดประเด็นปัญหาที่จะแก้ไข (Define Problem) เป็นหนึ่งในข้อกำหนดสำหรับการออกแบบกิจกรรมในขั้นที่ 2 สร้างโจทย์ (Define)

ทั้งนี้การระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา การระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความจำเป็นในการแก้ปัญหา การระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และการระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ที่นักเรียนได้ฝึกฝนผ่านการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและระบุข้อมูลลงในใบกิจกรรม Empathy Map การตีกรอบปัญหาเป็นการฝึกให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์/สังเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาและตั้งข้อคำถามที่ต้องการหาคำตอบ นับเป็นสิ่งส่งที่ผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด โดยวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา พร้อมระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา และระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สอดคล้องกับ มานิตย์ อาษานอก (2561) กล่าวว่า การคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา โดยมีกระบวนการที่สำคัญอยู่ 3 ระยะ คือ 1) ระยะเข้าใจปัญหา (Understanding) คือการทำ ความเข้าใจปัญหาให้ถูกต้องตรงกับประเด็นและความต้องการ โดยผู้สอนจะต้องกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาเพื่อทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง (Empathy) และ กำหนดประเด็นหรือทิศทางในการแก้ปัญหาที่ชัดเจน (Define) ถูกต้องตรงประเด็น 2) ระยะพัฒนา ไอเดีย (Creating) และ 3) ระยะส่งมอบนวัตกรรม (Delivering)

1.2 บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ มีรายละเอียดดังนี้

ในขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) เป็นการระดมความคิดในการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่ โดย Key Word สำคัญ “มันจะเป็นไปได้ไหม ถ้าเราจะ...” นับเป็นคำสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความคิด ค้นหาแนวทางที่แตกต่าง หลากหลาย แปลกใหม่ โดยไม่จำกัดความคิดของตนเอง เมื่อนักเรียนค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ทำการระบุดูเปอร์เซ็นต์ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหา เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความถนัดของตนเองและสมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เห็นภาพได้ชัดเจน และตรงตามความต้องการของสถานการณ์ปัญหาให้มากที่สุด หลังจากนั้นนักเรียนจะวางแผนในการแก้ปัญหา โดยการระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ความรู้ทางคณิตศาสตร์ วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และความรู้อื่น ๆ รวมถึงระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหา แล้วทำการวิเคราะห์ พิจารณา หรือย้อนมองข้อมูล (ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์) ที่ตนเองหรือสมาชิกในกลุ่มหามาอีกครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่หามา นั้นสามารถแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับ นุชจรี กิจวรรณ (2561, น.8-9) กล่าวว่า เป้าหมายของการระดมจินตนาการแบบไร้ขีดจำกัด (Ideate) คือต้องการความคิดที่หลากหลายที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยหัวใจสำคัญของขั้นตอนนี้คือการระดมความคิดของกลุ่มให้เกิดความสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่องด้วยการใช้คำพูดเชิงบวก เช่น “ใช่ค่ะ และ...” จากนั้นจัดกลุ่มความคิด และร่วมกันเลือกแนวทางเพื่อจะนำไปสู่การแก้ปัญหาในอันดับต่อไป นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ มานิตย์ อาษานอก (2561, น.11) กล่าวว่า ขั้นที่ 3 หาแนวคิด (Ideate) เป็นวิธีการประชุมระดมสมอง ศึกษาดูอย่าง หลักรฐาน หรือแหล่งข้อมูลอื่น ซึ่งอยู่ในระยะที่ 2 พัฒนาไอเดีย (Create) เป็นระยะที่สร้างไอเดียหรือต่อยอดไอเดียจากหลากหลายมุมมอง เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรคนวัตกรรมที่แปลกใหม่และใจทย์การแก้ปัญหา

ทั้งนี้การระบุแผนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา ที่นักเรียนได้ฝึกฝนจากการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย การอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหาที่ได้จากการฝึกจากการระบุดูเปอร์เซ็นต์และการอธิบายเหตุผลในการเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม My Solution จากนั้นนักเรียนได้ฝึกการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมพิจารณาความถูกต้อง ความเพียงพอ และความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About My Solution รวมถึงการระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหายังเป็นลำดับ จากการฝึกระบุเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About Prototype ก่อนการลงมือแก้ปัญหา นับเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อ

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ โดยการระบุแผนการดำเนินการ ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูล พร้อมอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ พันธุ์ทร น้อยพินิจ (2560, น.10) สามารถสรุปได้ว่า ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด (Ideate) เป็นการร่วมกันระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวทางการสร้างชิ้นงานหรือกระบวนการแก้ปัญหาให้มีความหลากหลาย จัดกลุ่มความคิด จัดลำดับความสำคัญ คัดเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ในการแก้ปัญหา ร่วมกันวางแผน เตรียมอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานต่อไป

1.3 บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Ideate) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก มีรายละเอียดดังนี้

ในขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) นักเรียนจะเริ่มลงมือแก้ปัญหตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือกในขั้นที่ 3 โดยนักเรียนจะใช้วิธีการดำเนินการแก้ปัญหที่แตกต่างกัน เช่น เริ่มจากการคำนวณให้สอดคล้องกับชิ้นงานต้นแบบ วาดกรอบแนวคิด ออกแบบแล้วจึงสร้างชิ้นงานต้นแบบ เป็นต้น จะเห็นว่านักเรียนแสดงคำตอบของปัญหาก่อนลงมือสร้างชิ้นงานต้นแบบให้ออกมาเป็นรูปธรรม สอดคล้องกับ นุชจรี กิจวรรณ (2561, น.9) สามารถสรุปได้ว่า ขั้นพัฒนาต้นแบบ (Prototype) เป็นการนำกลุ่มความคิดที่เขียนในกระดาษมาสร้างเป็นชิ้นงานที่จับต้องได้ เปรียบเสมือนกับการนำสิ่งที่ป็นนามธรรมพัฒนาเป็นรูปธรรมนั่นเอง

นอกจากนี้นักเรียนทุกคนแสดงความคิดเห็นในเชิงบวกถึงการแสดงคำตอบในใบกิจกรรม My About Prototype ที่อยู่ในขั้นที่ 4 ในทำนองเดียวกันว่าทำให้นักเรียนเห็นถึงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ และเห็นถึงเงื่อนไขตามที่สถานการณ์ปัญหากำหนดอยู่เสมอ จะเห็นว่านักเรียนได้ฝึกการแสดงคำตอบพร้อมลงมือการสร้างชิ้นงานต้นแบบ ซึ่งนับเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก โดยลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ใน การแสดงคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องในการแก้ปัญหอยู่เสมอ สอดคล้องกับ พันธุ์ทร น้อยพินิจ (2560, น.10) สามารถสรุปได้ว่า ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นการร่างต้นแบบชิ้นงานลงในเอกสารที่ครูจัดเตรียมไว้ และร่วมกันลงมือสร้างชิ้นงานที่อาศัยความรู้เรื่องภาคตัดกรวยเป็นหลัก เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

1.4 บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ มีรายละเอียดดังนี้

นักเรียนทุกคนเห็นความสำคัญหรือความจำเป็นในการตรวจคำตอบ ซึ่งอยู่ในขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test) เนื่องจากการตรวจคำตอบเป็นการตรวจทานความคิดหรือสิ่งที่แสดงคำตอบอีกครั้ง ซึ่งอาจพบเห็นข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นแล้วทำการแก้ไข รวมถึงเสริมสร้างความมั่นใจในการแสดงคำตอบ ทั้งนี้หากชิ้นงานต้นแบบออกมาไม่สมบูรณ์นักเรียนจะทำการตรวจสอบ/ย้อนมองข้อผิดพลาดในขั้นก่อนหน้า พร้อมปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานต้นแบบให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น สอดคล้องกับ นุชจรี กิจวรรณ (2561, น.9) สามารถสรุปได้ว่า การทดสอบต้นแบบ (Test) คือขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการ โดยการนำต้นแบบที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อขอคำแนะนำ และนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

จะเห็นว่าการตรวจสอบและการแก้ไขคำตอบในใบกิจกรรม Recheck รวมทั้งการปรับปรุงชิ้นงานต้นแบบให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นนั้น นับเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ โดยการพิจารณาตรวจทานผลลัพธ์และคำตอบกับเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา พร้อมปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์และคำตอบให้ถูกต้อง สอดคล้องกับ พันธุ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560, น.10) สามารถสรุปได้ว่า ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ (Test) เป็นการนำเสนอผลงานเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานหรือกระบวนการที่ดีและมีประสิทธิภาพสอดคล้องตามเกณฑ์ที่ครูกำหนด

2. ในระยะที่ 1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ตามที่ตั้งไว้ แต่ยังคงพบปัญหา/สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาด แล้วจึงนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 24 คน โดยผลการหาประสิทธิภาพกลุ่มตัวอย่างของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 79.14/74.17 เพื่อเป็นการยืนยันว่า เมื่อผู้วิจัยนำเครื่องมือมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นแล้ว เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ยังคงมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหม

วงศ์ (2556, หน้า 11) ที่กล่าวว่า ความแปรปรวนผลลัพธ์มีได้ไม่เกินร้อยละ 5 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิต ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

3. ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนและในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณนั้น จะมีลักษณะที่แตกต่างจากสถานการณ์ปัญหาทั่วไป โดยมีการเพิ่มข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา ปัญหาหรือสิ่งท้าทายต้องการทราบ และความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องมีแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้วางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ รวมทั้งดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์ให้ตรงตามเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา นอกจากนี้จากการสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนเป้าหมาย สรุปได้ว่า สถานการณ์ปัญหามีความท้าทาย ใกล้เคียงชีวิตจริงของนักเรียนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตได้ ตามผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนคนที่ 4 และ 10 กล่าวว่า “ได้รู้ว่าคณิตศาสตร์อยู่ตรงไหนของชีวิตเรามากกว่าที่คิดและสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในโจทย์ปัญหาที่จะเข้ากับชีวิตจริงมากขึ้น” สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 143-158) ที่กล่าวถึงลักษณะที่ดีของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่า ควรเป็นปัญหาที่ดึงดูดความสนใจ ทำลายความสามารถ แปลกใหม่ และไม่คุ้นเคย เป็นสถานการณ์จริง ที่ให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการลงมือแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง เป็นปัญหาที่เหมาะสมกับวันและพัฒนาการของนักเรียน และเป็นปัญหาที่มีข้อมูลขาด มีข้อมูลเกิน และใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธีในการค้นหาคำตอบ

4. ผู้วิจัยมีแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนมีการใช้คำถามกระตุ้น เช่น หากนักเรียนคิดไม่ออกแล้ว ให้นักเรียนลองใช้ keyword ว่า “จะเป็นไปได้ไหมถ้า...” หรือ “จะเป็นอย่างไร ถ้าเราลอง...” เพื่อช่วยกระตุ้นความคิดในการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แปลกใหม่ และไม่จำกัดความคิด ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยน และค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นไปตามผลการสัมภาษณ์นักเรียนเป้าหมายในคำถามข้อ 3.2 สรุปได้ว่า คำพูด “มันจะเป็นไปได้ไหม ถ้าเราจะ...” เป็น Key Word สำคัญที่คอยช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความคิด ค้นหาแนวทางที่แตกต่าง

หลากหลาย แปลกใหม่ โดยไม่จำกัดความคิดของตนเอง และ คำถามข้อ 3.3 ว่า กิจกรรมกลุ่มเป็นกิจกรรมที่ส่งผลให้นักเรียนค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้มากกว่ากิจกรรมรายบุคคล เนื่องจากกิจกรรมกลุ่มเป็นกิจกรรมที่มีหลากหลายความคิด ได้ร่วมกันแชร์แนวคิดหรือมุมมองที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน และอาจทำให้รู้สึกมั่นใจในการแก้ปัญหามากขึ้น ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนการสอนนี้สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555c, น. 143-158) ที่กล่าวถึงแนวทางในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านสถานการณ์ปัญหาว่า ครูควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือ เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อธิบาย สื่อสารและเสนอยุทธวิธีในการแก้ปัญหาของตนเอง ตลอดจนรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ร่วมกันพิจารณาและสรุปว่ายุทธวิธีหรือกระบวนการแก้ปัญหาใดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด อีกทั้งผู้วิจัยยังเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาและปรับปรุงชิ้นงานต้นแบบของตนเองให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงหลังเลิกเรียนอีกด้วย

5. นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความรู้สึกชอบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เห็นได้จากการสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนเป้าหมาย สรุปได้ว่า “รู้สึกว่าการเรียนการสอนแบบนี้ดีกว่าการคิดโจทย์ที่เป็นตัวเลขเฉย ๆ เพราะได้ลงมือทำจริง ได้ลองผิดลองถูก รู้สึกสนุก และได้เจอปัญหาของคนอื่นซึ่งอาจสอดคล้องหรือเทียบเคียงกับปัญหาที่ตนเองอาจพบเจอได้” นอกจากนี้นักเรียนยังให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างดี นักเรียนเกิดความไว้วางใจเพื่อนและครู เนื่องจากเป็นกิจกรรมนักเรียนชอบ ได้ลงมือทำจริง ได้ประดิษฐ์ ได้ลองตัดโมเดล ครูไม่จำกัดความคิดของนักเรียน รับฟังและสนับสนุนแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลายของนักเรียน และให้เวลาเพิ่มเติมหากนักเรียนต้องการปรับปรุงชิ้นงานต้นแบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนการสอน

1.1 กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิต ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ คือวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ สังเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ค้นคว้า และใช้ความรู้ทางเรขาคณิตในการออกแบบหรือสร้างชิ้นงานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหานั้น ดังนั้น ผู้สอนจึงควรทบทวนความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตที่จำเป็นและเพียงพอต่อการออกแบบและแก้สถานการณ์ปัญหานั้น

1.2 การจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ในการดำเนินการค้นหาผลเฉลยและตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา ผู้สอนควรจัดเตรียมสถานการณ์ปัญหาที่มีความท้าทาย เป็นสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนอาจหรือเคยพบเห็นในชีวิตจริง หรือมีลักษณะใกล้เคียงความจริงกับชีวิตมากขึ้น

1.3 หนึ่งในขั้นตอนที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ คือ การสร้างชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) ที่เป็นการแปลงความคิดในการแก้ปัญหาให้ออกมาเป็นรูปธรรมในรูปแบบทางกายภาพใดก็ได้ที่สามารถเห็นและสัมผัสได้ ผู้สอนจึงควรจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ให้มีความหลากหลาย และเพียงพอต่อการสร้างชิ้นงานต้นแบบของนักเรียน

1.4 การจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อาจใช้เวลามากในการทำกิจกรรม เนื่องจากมีขั้นตอนการสร้างชิ้นงานต้นแบบและขั้นตอนทดสอบ หากนักเรียนสร้างชิ้นงานต้นแบบเกินกว่าเวลาที่กำหนด หรือต้องการแก้ไขชิ้นงานต้นแบบ ผู้สอนควรเปิดโอกาสหรือให้เวลาแก่นักเรียนในการพัฒนาชิ้นงานของตน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากกระบวนการคิดเชิงออกแบบจะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ออกแบบ และสร้างชิ้นงาน เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยควรศึกษาแนวทางการแก้ปัญหารูปแบบอื่นพร้อมบูรณาการกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เช่น การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการผ่านแนวคิดของสะเต็มกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หรือการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการผ่านการใช้โครงงานเป็นฐานกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

2.2 ผู้วิจัยควรนำแนวการจัดการเรียนการสอนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบไปประยุกต์ใช้เพื่อเสริมสร้างความสามารถหรือทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ หรือความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เป็นต้น

2.3 ผู้วิจัยควรศึกษาและต่อยอดการจัดการเรียนการสอนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบให้สอดคล้องกับแนวทางการประเมินบนฐานสมรรถนะ

บรรณานุกรม

- Australian Curriculum. (2010). *Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority*. ACARA.
- Bloom, B. S. (1972). *Taxonomy of Education Objective Hand Book 1: Cognitive Domain*. New York: David Mackay.
- Brown, T. (2009). *Change by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation*. New York: Harper Business.
- Buchanan, R. (1992). Wicked Problems in Design Thinking. *Design Issues*, 8(2), 5-21.
- Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010). Destination, Imagination and the Fires Within: Design Thinking in a Middle School Classroom. *International Journal of Art & Design Education*, 29(1), 37-53.
- Donald, A. S. (1984). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Michigan: Basic Books, Inc.
- Dressel, P., & Mayhew, L. B. (1957). *General Education: Explorations in Evaluation* (2nd ed.). Washington, D.C.: American Council on Education.
- Ennis, R. H. (1985). *Cornell Critical Thinking Test Level X & Z* (3rd ed.). California: Midwest Publication.
- Ennis, R. H. (2011). *Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. Retrieved from https://education.illinois.edu/docs/default-source/faculty-documents/robert-ennis/thenatureofcriticalthinking_51711_000.pdf
- Facione, N. C., & Facione, P. A. (1992). *The California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI)*. Retrieved from <https://www.insightassessment.com/product/cctdi>
- Harvard University. (2014). *Design Thinking in Education*. Retrieved from <https://tll.gse.harvard.edu/design-thinking>
- Henningsen, M., & Stein, M. K. (1997). Mathematical Tasks and Student Cognition: Classroom-Based Factors That Support and Inhibit High-Level Mathematical

- Thinking and Reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 524-549.
- Henriksen, D. (2017). Creating STEAM with Design Thinking: Beyond STEM and Arts Integration. *STEAM Journal*, 3(1), 1-11.
- Janjaruporn, R. (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving*. (Doctoral dissertation). Srinakharinwirot University, Bangkok.
- KEOVONGSA, B. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นครหลวงเวียงจันทน์ ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of behavioral research* (3rd ed.): New York : Holt, Rinehart and Winston.
- KIM, J., KWEK, S. H. D., MELTZER, C., & WONG, P. (2013). Classroom Architect: Integrating Design Thinking and Math. *DRS Cumulus Oslo 2013 Design Learning for Tomorrow Design Education from Kindergarten to PhD*, 1(8), 85-100.
- Kneedler, P. E. (1988). Assessment of the Critical Thinking Skills in History--Social Science. *Social Studies Review*, 27(3), 2-93.
- Krippendorff, K. (2006). *The semantic turn: a new foundation for design* (Book). Boca Raton: CRC/Taylor & Francis.
- Krulik, S., & Reys, R. E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics*. Reston, . Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Lester, F. K., Jr. (1977). *Mathematical Problem Solving Project Technical Report I: Documents Related to a Problem-Solving Model. Part B: Mathematical Problem Solving in the Elementary School - Some Educational and Psychological Considerations*. Retrieved from

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=sso&db=eric&AN=ED168834&site=eds-live&custid=ns016262>

- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). Design and Design Thinking in STEM Education. *Journal for STEM Education Research*, 2(2), 93-104.
- Lloyd, P. (2013). Embedded creativity: teaching design thinking via distance education. *International Journal of Technology & Design Education*, 23(3), 749-765.
- Mathee, M., & Turpin, M. (2019). Teaching critical thinking, problem solving, and design thinking: Preparing IS students for the future. *Journal of information systems education*, 30(4), 242-252.
- Nigel, C. (2006). *Designerly Ways of Knowing*. London: Springer.
- Paul, R. (1992). Critical Thinking: What, Why, and How. *New Directions for Community Colleges*(77), 3-24.
- Polya, G. (1957). *How To Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Garden City, New York: Doubleday & Company, Inc.
- Polya, G. (1981). *Mathematical Discovery: On Understand, Learning and Teaching Problem Solving*. New York: John Wiley & Son.
- Quellmalz, E. S. (1985). Needed: better methods for testing higher-order thinking skills. *Educational Leadership*, 43(2), 29-35.
- Ray, B. (2012). *Design Thinking: Lessons for the Classroom*. Retrieved from <https://www.edutopia.org/blog/design-thinking-betty-ray>
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What Is Design Thinking and Why Is It Important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330-348.
- Simon, H. A. (2020). *Understanding the Natural and the Artificial Worlds*. United Kingdom, Europe: Routledge.
- Singapore Curriculum. (2007). *Secondary Mathematics Syllabuses*. Singapore: Ministry of Education.
- Singapore Curriculum. (2013). *Additional Mathematics (O and N(A)-Level) Teaching and Learning Syllabus*. Singapore: Ministry of Education.

- Singapore Curriculum. (2020). *Mathematics Syllabuses Secondary One to Four Express Course Normal (Academic) Course*. Singapore: Ministry of Education.
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: a triarchic theory of human intelligence* (Book). Cambridge [Cambridgeshire]: Cambridge University Press.
- The National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- The Stanford d.school. (2010). *Bootcamp bootleg (Thai translation ฉบับภาษาไทย) The d.school*. Retrieved from <https://iohhmblog.files.wordpress.com/2017/10/d-school-bootcamp-bootleg-thai.pdf>
- Toolkit, I. (2012). *Design Thinking for Educators*. Retrieved from https://www.academia.edu/7856850/Design_Thinking_for_Educators_2nd_Edition.
- Waloszek, G. (2012). *Introduction to design thinking*. Retrieved from <https://blogs.sap.com/2012/09/12/introduction-to-design-thinking/>
- Warnick, B., & Inch, E. S. (1994). *Critical thinking and communication : the use of reason in argument* (2nd ed.). New York: Macmillan.
- Watson, G., & Glaser, E. M. (2002). *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal – UK Edition Practice Test*. Retrieved from https://www.academia.edu/22627583/Watson_Glaser_Critical_Thinking_Appraisal_UK_Edition_Practice_Test
- Watson, G., & Glaser, E. M. (2010). *Watson-Glaser™ II Critical Thinking Appraisal Technical Manual and User's Guide*. Retrieved from <https://pdfcoffee.com/watson-glaser-ii-technical-manual-pdf-free.html>
- กมล นาคสุทธิ. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคฟิวส์แมปปิงในการเขียนพิสูจน์ทางเรขาคณิตที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- จิรันธินี คงจัน. (2560). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นและการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี

- วิจารณ์ญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา
ดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ชญาภรณ์ เอกธรรมสุทธิ. (2563, พฤษภาคม-สิงหาคม). รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการ
คิดเชิงออกแบบร่วมกับแนวคิดการสะท้อนคิดการปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
สร้างนวัตกรรมการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล. วารสารวิจัยสุขภาพและการพยาบาล,
36(2), 1-14.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2561). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ *Mathematics instruction*.
กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการ
ศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 5(1), 7-20.
- ชัยวิชิต เตียรชนะ. (2560). สถิติสำหรับการวิจัย : แนวคิดและการประยุกต์ใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชานนท์ จันทรา. (2554). การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ประมวลสาระชุด
รายวิชา การจัดประสบการณ์เรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 9-15. นนทบุรี: โรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ชานันท์ ขำขันมะลี. (2559). การศึกษาพัฒนาการความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต
สองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหา
บัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ชาย โปธิสิตา. (2564). ศาสตร์และศิลป์ การวิจัยเชิงคุณภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 9,). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐกรวิจิตร อยุวิริยา. (2562). การพัฒนากระบวนการฝึกอบรมโดยใช้การคิดเชิงออกแบบผสาน
ระบบคลาวด์เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สำหรับ
ผู้เรียนมัธยมปลาย. (ปริญญาานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- ดุษฎี นรศาสดิต. (2562). การแก้ปัญหาและการตัดสินใจ [เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตร ผู้นำ
ด้านการบริหารงานป้องกันควบคุมโรค รุ่น 4]. นครสวรรค์: สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3.
- ทองเกียรติ วิโรจน์กุลทอง. (2562). การพัฒนาอาจารย์เกื้อหนุนผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วย
กระบวนการคิดเชิงออกแบบ [เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ JIEC 2019 The 8th
PSU Education Conference & 4th Inspirational Scholar Symposium "Growth

Mindset, Innovative, and Integrated Work-Ready Education”] สงขลา:

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทศนา แคมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญา นินทรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ธีรวดี ถึงบุตร. (2552). การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนรู้การสอนแบบผสมผสานโดยใช้แผนผังทางปัญญา เพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักศึกษาปริญญาบัณฑิต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นันทชัย นวลสะอาด. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรขาคณิตโดยการบูรณาการแบบเชื่อมโยง เนื้อหา กับสถานการณ์ในชีวิตจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญา นินทรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

นุชจรี กิจวรรณ. (2561, มกราคม-มีนาคม). กระบวนการคิดเชิงออกแบบ : มุมมองใหม่ของระบบสุขภาพไทย. วารสารสภาการพยาบาล, 33(1), 5-14.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์, 33(434-435), 62-74.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2556). สาระตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ (*Foundations and Methodologies of Mathematics Instruction*) (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัย.

พจนานุกรม ฉบับบัณฑิตยสถาน. (2554). ปัญหา. <https://dictionary.orst.go.th/>

พรทิพา เมืองโครต. (2559). ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร. (ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

พลกฤษ ตันติญาณุกูล. (2547). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสังคมศึกษาด้วยการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

พาสนา จุลรัตน์. (2564). จิตวิทยาการรู้คิด *Cognitive psychology* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต สนั่นเอื้อ. (2542). ผลของการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบสอดแทรกในวิชาที่สอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์สกลนคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ภูซังค์ โรจน์แสงรัตน์. (2559). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

มยุรี หุ่นขำ. (2544). ผลการใช้รูปแบบพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในบริบทของชุมชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2560). โครงการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนการสอนและกิจกรรมเสริมหลักสูตรด้านความเป็นผู้ประกอบการ รายวิชา กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (*Design Thinking*) [เอกสารประกอบรายงาน]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

มัฏฐวรวรณ ลียุทธานนท์. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการปฏิบัติพยาบาลตามหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ของนักศึกษาพยาบาล. (ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.

- มัณฑนา พรหมรักษ์. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- มานิตย์ อาษานอก. (2561, มกราคม-เมษายน). การบูรณาการกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้. วารสาร เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 1(1), 6-12.
- ราชบัณฑิตยสภา. (2558). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา. กรุงเทพฯ: สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.
- เรียมพร แสงซึ้ง. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ลดาร์ตน์ สงวรรณ. (2553). ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บควอสท์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วรนิพิฏ์ พันธุ์หนองหว้า. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วัชรภา เล่าเรียนดี. (2553). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด *Thinking skills instructional models and strategies* (พิมพ์ครั้งที่ 5). นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วิเชษฐี แสงดวงดี. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตัดสินใจทางจริยธรรมในวิชาชีพวารสารศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555a). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์:

กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555b). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพเส้นทางสู่

ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555c). ทักษะและกระบวนการทาง

คณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2557). สะเต็มศึกษา *Science*

Technology Engineering and Mathematics Education (STEM Education) [เอกสาร

ประกอบการประชุมปฏิบัติการครูผู้สอน]. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). คู่มือการใช้

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 [คู่มือการใช้หลักสูตร]. กรุงเทพฯ: สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สมเดช บุญประจักษ์. (2550). การแก้ปัญหา. วารสารคณิตศาสตร์ 52(581-583), 71-79.

สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2558). ความสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. สืบค้นจาก

<http://203.172.205.25/ftp/intranet/mc41/area/gift-math02.htm>

สำนักบริหารงานมัธยมศึกษาตอนปลาย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2559).

แนวทางจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21ST Century Skills) [เอกสารโครงการศึกษาและ

พัฒนาโรงเรียนในโครงการทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21]. กรุงเทพฯ: สำนักบริหารงาน

มัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ.

สุคนธ์ สีนพพานนท์. (2555). พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: เทคนิคพริน

ติง.

สุชาติ ไชยวัฒน์. (2556). การวิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน

ชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบปิด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต).

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2540). โครงการส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนในโรงเรียน กทม ด้าน

วิทยาศาสตร์และมิติสัมพันธ์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สุภัทรา ตันติวิทย์มาศ. (2554). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยแผนผังมโนทัศน์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2550). กลยุทธ์...การสอนคิดอย่างมีวิจารณญาณ (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.
- อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์. (2558). ระเบียบวิธีวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: บริษัท นีโอ ดิจิตอล จำกัด.
- อรรจน์ บัณฑิตย์. (2550). การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บด้วยกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ทรัพยากรเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิเคราะห์และการใช้สารสนเทศในการแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อัมพร ม้าคอง. (2559). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารยา ช่ออั้งชัย. (2553). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- อิทธิพัทธ์ สุธันทนพรกุล. (2562). การวิจัยทางการศึกษา : แนวคิดและการประยุกต์ใช้ = *Educational research : concepts and application* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อุษณีย์ โพธิ์สุข. (2537). วิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ [เอกสารประกอบการสอน กพ 554]. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การหาคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องมือ



การหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. เครื่องมือสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ และผลเฉลย โดยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผนนี้ แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่มจำนวน 4 แผน แผนละ 150 นาที สลับกับกิจกรรมรายบุคคลจำนวน 4 แผน แผนละ 100 นาที เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิต และไม่เกินระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

1.1 นำคะแนนประเมินจากแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาแล้วโดยมีระดับการประเมิน 5 ระดับ ตามแบบวัดวิธีของ likert (อดิศักดิ์ พงษ์พลผลศักดิ์, 2558, น.92) ได้แก่

ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/ครอบคลุม/เหมาะสมมากที่สุด
 ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/ครอบคลุม/เหมาะสมมาก
 ระดับการประเมิน 3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/ครอบคลุม/เหมาะสมปานกลาง
 ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อย
 ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อยที่สุด

1.2 ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการหาค่าเฉลี่ยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ค่าเฉลี่ยได้แก่

ค่าเฉลี่ย	4.51 - 5.00	แปลความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 - 4.50	แปลความว่า	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 - 3.50	แปลความว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 - 2.50	แปลความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ย	1.00 - 1.50	แปลความว่า	ไม่เหมาะสม

สามารถแสดงผลการประเมิน ดังตาราง 48-55

ตาราง 48 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 “หน่วยการเรียนรู้ สถานความตั้งใจสุดท้ายของลุงเพ็ญ”

รายการประเมินข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	4	5	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
1.3	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.2	5	5	4	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.3	5	5	5	4	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.4	4	5	5	5	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.5	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.6	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.7	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.2	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.3	4	5	5	5	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
4.4	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.5	4	5	4	4	5	4.4	เหมาะสมมาก
5.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5.2	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.3	5	5	4	4	4	4.4	เหมาะสมมาก
รวมเฉลี่ย	4.65	5	4.8	4.45	4.75	4.73	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 49 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 “หน่วยการเรียนรู้ งามคำชื่อดังย่านบางรัก”

รายการ ประเมินข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
1.3	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.2	5	5	4	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.3	4	5	5	5	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.4	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.5	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.6	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.7	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
4.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.2	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.3	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.4	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.5	4	5	4	4	5	4.4	เหมาะสมมาก
5.1	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.2	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.3	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.6	5	4.9	4.3	4.9	4.74	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 50 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 “หน่วยการเรียนรู้ Slip Slide Slider”

รายการ ประเมินข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
1.3	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.3	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.4	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.5	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.6	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.7	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
4.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.3	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.4	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.5	4	5	4	4	5	4.4	เหมาะสมมาก
5.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5.2	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.3	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.7	5	4.95	4.3	4.9	4.77	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 51 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 “หน่วยการเรียนรู้ น้ำผึ้งมะนาว”

รายการ ประเมินข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
1.3	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.3	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.4	4	5	5	5	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.5	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.6	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.7	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
4.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.3	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.4	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.5	4	5	4	4	5	4.4	เหมาะสมมาก
5.1	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.2	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.3	5	5	4	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.65	5	4.9	4.3	4.8	4.73	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 52 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 “หน่วยการเรียนรู้ หลังคาบ่อปลาการ์ป”

รายการ ประเมินข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
1.3	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
2.1	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.1	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.2	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.3	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.4	4	5	5	5	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.5	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.6	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.7	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.1	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.2	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.3	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.4	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.5	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5.1	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.2	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.3	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.65	5	5	4.75	4.65	4.81	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 53 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 “หน่วยการเรียนรู้ ส่งไม้คิดค้าแชมป์”

รายการ ประเมินข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
1.3	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.3	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.4	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.5	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.6	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.7	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
4.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.3	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.4	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.5	4	5	4	4	5	4.4	เหมาะสมมาก
5.1	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.2	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.3	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.7	5	4.95	4.2	5	4.77	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 54 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 “หน่วยการเรียนรู้ จัดโต๊ะให้ครูดี”

รายการ ประเมินข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	4	5	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
1.3	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
2.1	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.1	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.2	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.3	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.4	4	5	5	5	4	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
3.5	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.6	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.7	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.1	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.2	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.3	5	5	5	5	4	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.4	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
4.5	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5.1	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5.2	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
5.3	5	5	4	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.65	5	4.9	5	4.8	4.87	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 55 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 “หน่วยการเรียนรู้ กล้องเล็กในลังใหญ่”

รายการ ประเมินข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
1.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
1.3	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
2.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.3	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.4	5	5	5	5	5	5	เหมาะสมมากที่สุด
3.5	4	5	5	5	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.6	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
3.7	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.1	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.2	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.3	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.4	5	5	5	4	5	4.8	เหมาะสมมากที่สุด
4.5	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.1	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.2	4	5	5	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
5.3	5	5	4	4	5	4.6	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.75	5	4.95	4.2	5	4.78	เหมาะสมมากที่สุด

2. เครื่องมือสำหรับการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี วิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

เครื่องมือสำหรับการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี
 วิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วย แบบทดสอบวัด
 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถใน
 การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถใน
 การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน ผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย
 ดังนี้

2.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และ
 ความชัดเจนของคำตอบ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
 ในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งมี

เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คะแนน +1	สำหรับแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความ
เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คะแนน 0	สำหรับแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่ามีความ
เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	คะแนน -1	สำหรับแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าไม่มีความ

2.2 นำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาทำการคำนวณค่า IOC ของแต่ละ
 แบบทดสอบ แล้วเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยใช้สูตรการคำนวณค่า IOC
 (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 14-56 - 14-57) คือ $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

สามารถแสดงผล ดังตาราง 56

ตาราง 56 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี
 วิจารณญาณของนักเรียน

แบบทดสอบวัด ความสามารถ	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ก่อนเรียน 1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ก่อนเรียน 2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ระหว่างเรียน 1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ระหว่างเรียน 2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
หลังเรียน 1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
หลังเรียน 2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

3. เครื่องมือสำหรับการศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

เครื่องมือสำหรับการศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อ
 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน คือ แบบสัมภาษณ์บทบาทของ
 กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของ
 นักเรียน เพื่อสอบถามนักเรียนเป้าหมาย โดยดำเนินการหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้
 โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิด
 เชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ซึ่งมี

คะแนน +1 หมายถึง ใช้ได้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

คะแนน -1 หมายถึง ใช้ไม่ได้

3.2 นำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาทำการคำนวณค่า IOC ของแต่ละข้อ
 คำถามในแบบสัมภาษณ์ แล้วเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยใช้สูตรการคำนวณ

$$\text{ค่า IOC คือ } IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

สามารถแสดงผล ดังตาราง 57

ตาราง 57 ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิง
 ออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

ข้อคำถามใน แบบสัมภาษณ์	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
1.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
1.5	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
2.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
3.4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
3.5	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
3.6	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
3.7	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
4.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
4.3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
4.4	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
5.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
5.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

1. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มนำร่อง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 27 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยทำการพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มละ 9 คน แล้วทำการทดลอง เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพ E1/E2 ซึ่ง E1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ จำนวน 3 ครั้ง

1.1 การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เป็นนักเรียนจำนวน 3 คน จากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 1 คน เพื่อตรวจสอบชุดภาษา ความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยนักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพในกลุ่มต่อไป

1.2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เป็นนักเรียนจำนวน 6 คน จากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน และไม่เป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มรายบุคคล เพื่อตรวจสอบชุดภาษา ความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยนักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพในกลุ่มต่อไป

1.3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เป็นนักเรียนจำนวน 18 คน จากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 6 และไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคลและกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบชุดภาษา ความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยนักเรียน

ลงมือปฏิบัติตามกิจกรรมผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1/E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไปซึ่งสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น. 10) คือ

สูตรที่ 1

$$E1 = \frac{\left(\frac{\sum x}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อ E1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียน ทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

$$E2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

สามารถแสดงผล ดังตาราง 58

ตาราง 58 คะแนนการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

การหา ประสิทธิภาพ	จำนวน นักเรียน (คน)	การหาประสิทธิภาพ ของกระบวนการ			การหาประสิทธิภาพ ของผลลัพธ์		
		คะแนน เต็ม	คะแนนรวม ทั้งหมด	E1	คะแนน เต็ม	คะแนนรวม ทั้งหมด	E2
รายบุคคล	3	140	320	76.19	40	89	74.17
กลุ่มย่อย	6	140	655	77.98	40	182	75.83
ภาคสนาม	18	140	1971	78.21	40	542	75.28

2. วิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน เป็นรายชื่อ โดยผู้วิจัยดำเนินการนำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกจากการหาประสิทธิภาพ และทดลองกับนักเรียนภาคสนามมาคำนวณหาค่าความยากง่าย (Difficulty index: P) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination index: D) ซึ่งใช้เกณฑ์การแปลผลค่าความยากง่าย ดังนี้

0.00 – 0.19	หมายถึง	ยาก
0.20 – 0.39	หมายถึง	ค่อนข้างยาก
0.40 - 0.60	หมายถึง	ยากปานกลาง
0.61 – 0.80	หมายถึง	ค่อนข้างง่าย
0.81 – 1.00	หมายถึง	ง่าย

สำหรับเกณฑ์การแปลผลค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

มากกว่า 0.04	หมายถึง	จำแนกได้ดีมาก
0.30 – 0.39	หมายถึง	จำแนกได้ดี
0.20 – 0.29	หมายถึง	จำแนกได้พอใช้
0.04 – 0.19	หมายถึง	จำแนกได้ต่ำ
น้อยกว่า 0.04	หมายถึง	จำแนกไม่ได้

จากนั้นผู้วิจัยทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 3 ข้อ ซึ่งใช้สูตรในการคำนวณ (ชานนท์ จันทรา, 2554, น.14-56 - 14-57) คือ

สูตรการหาค่าความยากง่าย

$$p = \frac{S_u + S_l - (2NX_{min})}{2N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	p	คือ ค่าความยากง่าย
	S_u	คือ ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มสูง
	S_l	คือ ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มต่ำ
	N	คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	X_{max}	คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

สูตรการหาค่าอำนาจจำแนก

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

เมื่อ	r	คือ ค่าอำนาจจำแนก
	S_u	คือ ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มสูง
	S_l	คือ ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มต่ำ
	N	คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	X_{max}	คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

สามารถแสดงผล ดังตาราง 59

ตาราง 59 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัด ความสามารถ	p	แปลผล	r	แปลผล
ก่อนเรียน 1	0.38	ค่อนข้างยาก	0.49	จำแนกได้ดีมาก
ก่อนเรียน 2	0.31	ค่อนข้างยาก	0.27	จำแนกได้พอใช้
ระหว่างเรียน 1	0.33	ค่อนข้างยาก	0.36	จำแนกได้ดี
ระหว่างเรียน 2	0.44	ยากปานกลาง	0.39	จำแนกได้ดี
หลังเรียน 1	0.55	ยากปานกลาง	0.49	จำแนกได้ดีมาก
หลังเรียน 2	0.59	ยากปานกลาง	0.31	จำแนกได้ดี

3. วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งใช้เกณฑ์การแปลผลค่าความเชื่อมั่น ดังนี้

0.01 – 0.40	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นมีค่าระดับต่ำ
0.41 - 0.70	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นมีค่าระดับปานกลาง
0.71 – 0.90	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นมีค่าระดับสูง
0.91 – 1.00	หมายถึง	ค่าความเชื่อมั่นมีค่าระดับสูงมาก

ซึ่งใช้สูตรในการคำนวณ (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 14-57) คือ

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s^2} \right)$$

เมื่อ α คือ สัมประสิทธิ์ค่าความเชื่อมั่น

k คือ จำนวนข้อในแบบทดสอบ

s_i^2 คือ ความแปรปรวนของข้อมูลในแต่ละข้อ

s^2 คือ ความแปรปรวนของข้อมูลทั้งหมด

โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามี
 วิจารณญาณ มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.86 นั้นหมายถึง ค่าความเชื่อมั่น
 ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามีวิจารณญาณ อยู่ในระดับสูง

ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย และการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย



ตาราง 60 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณและคะแนนรวมจากกิจกรรมรายบุคคลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	คะแนนจาก แบบทดสอบ ก่อนเรียน (เต็ม 20 คะแนน)	คะแนนจาก แบบทดสอบ ระหว่างเรียน (เต็ม 20 คะแนน)	คะแนนจาก แบบทดสอบ หลังเรียน (เต็ม 20 คะแนน)	คะแนนรวม จากกิจกรรม รายบุคคล (เต็ม 140 คะแนน)
1	9	13	16	108
2	4	10	16	109
3	2	8	12	106
4	6	10	17	125
5	5	10	16	113
6	4	12	13	106
7	10	11	17	115
8	5	7	13	101
9	4	8	14	105
10	10	14	18	123
11	6	8	13	105
12	5	14	16	113
13	9	10	16	113
14	5	10	11	105
15	3	8	13	100
16	8	10	16	117
17	5	13	16	118
18	5	11	14	110
19	7	9	14	107
20	6	13	16	110
21	6	9	12	105
22	7	16	18	121
23	5	13	14	116
24	5	7	15	108

สถิติพื้นฐาน

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) (ชัยวิชิต เขียวชนะ, 2560, น.52) คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ	\bar{x}	แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum x$	แทน ผลรวมของข้อมูล
	n	แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดจากกลุ่มตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ชัยวิชิต เขียวชนะ, 2560, น.74)
คำนวณจากสูตร

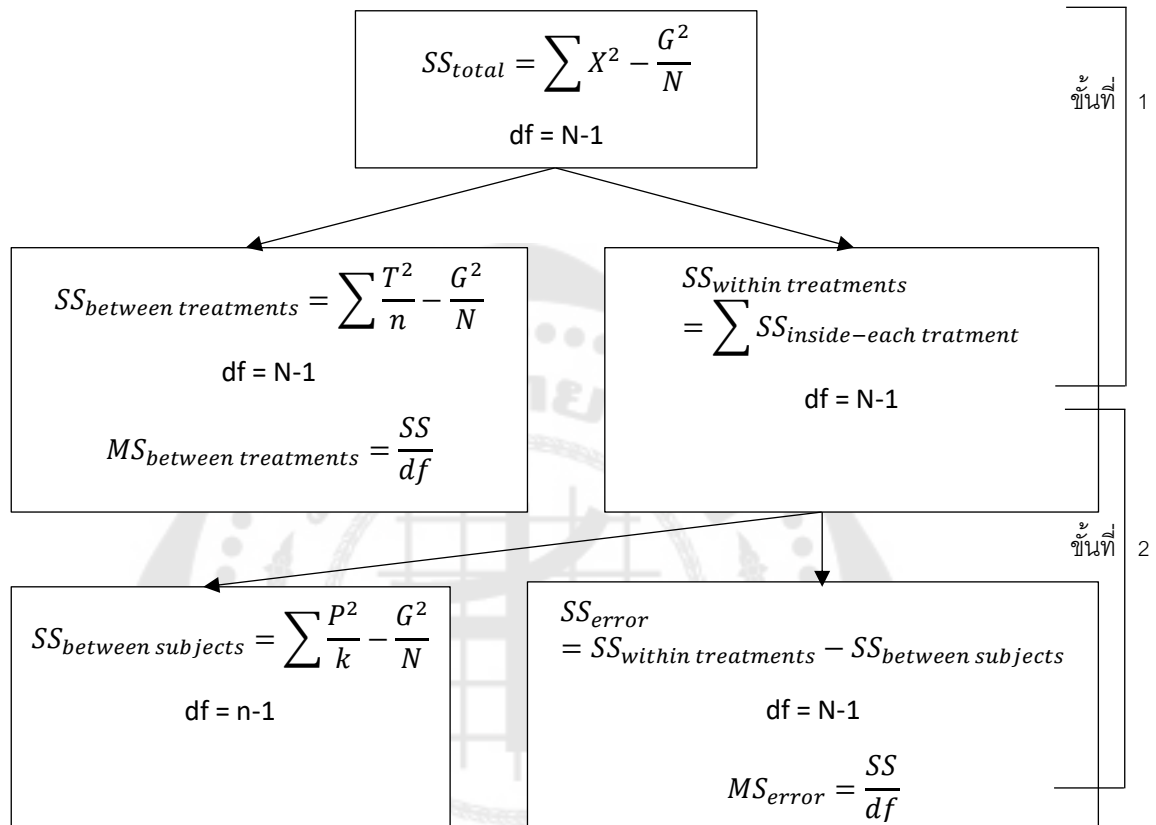
$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ	$S.D.$	แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	แทน ค่าคะแนน
	\bar{x}	แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	n	แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดจากกลุ่มตัวอย่าง

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (ชัยวิชิต เขียวชนะ, 2560, น.203)

คำนวณจากสูตร



เมื่อ	X	แทน คะแนน
	G	แทน คะแนนรวมทั้งหมด (Grand total)
	T	แทน คะแนนรวมแต่ละกลุ่ม
	P	แทน คะแนนรวมแต่ละบุคคล (Person totals)
	MS	แทน ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนกำลังสอง
	N	แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด
	n	แทน จำนวนตัวอย่างแต่ละกลุ่ม
	k	แทน จำนวนกลุ่ม



ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
รายวิชา	คณิตศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
หน่วยการเรียนรู้	งาดำชื่อดังย่านบางรัก	(กิจกรรมรายบุคคล)
ปีการศึกษา	2565 ภาคเรียนที่ 3	เวลา 100 นาที

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์: นักเรียน
 - 1.1.1 ระบุความยาวแต่ละด้านของฐาน และส่วนสูงของปริซึมตามปริมาตรที่กำหนดได้
 - 1.1.2 ระบุความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากได้
- 1.2 ด้านทักษะและกระบวนการ: นักเรียน
 - 1.2.1 ลงมือแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
- 1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์: นักเรียน
 - 1.3.1 มีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน
 - 1.3.2 ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด

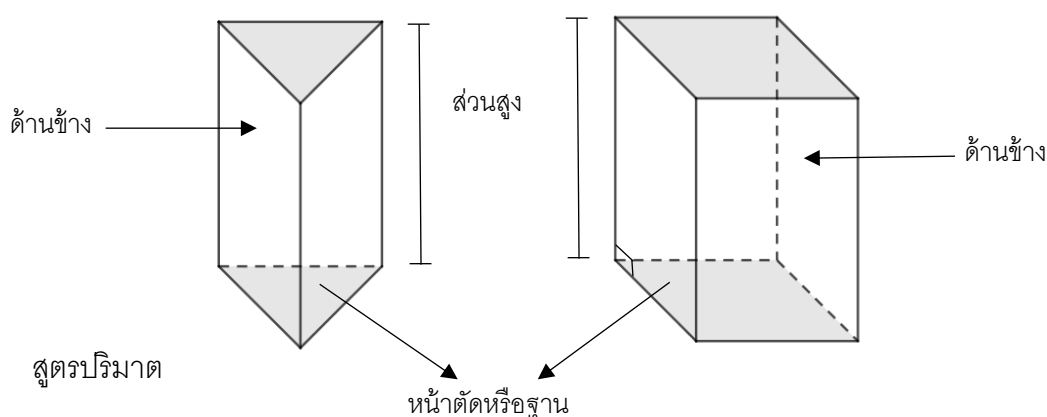
2. สารการเรียนรู้

2.1 ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์

2.1.1 ความรู้เรื่องปริมาตรของปริซึม

รูปเรขาคณิตสามมิติที่ฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึม

- ส่วนต่าง ๆ ของปริซึม



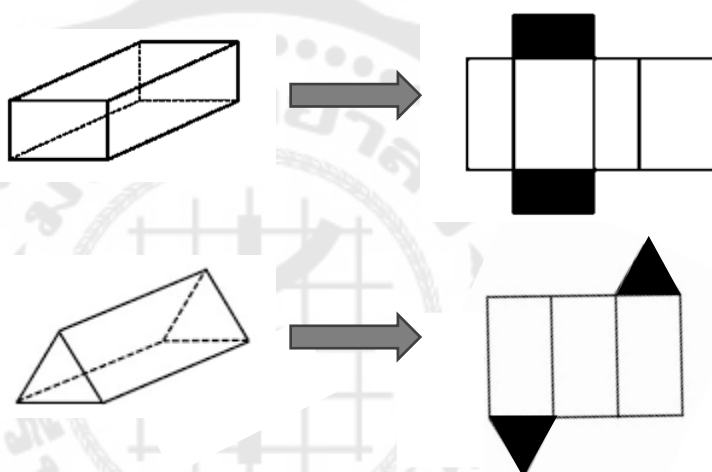
- สูตรปริมาตร

ปริมาตรของปริซึมใด ๆ = พื้นที่ฐาน \times ส่วนสูง

โดยการหาพื้นที่ฐาน จะต้องพิจารณาว่าปริซึมนั้นเป็นปริซึมฐานแบบใด ดังนี้

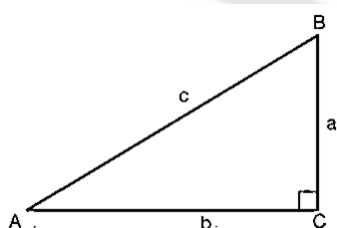
1. ปริซึมฐานสี่เหลี่ยมมุมฉาก สามารถหาพื้นที่ฐานจากสูตร
พื้นที่ฐาน = ความกว้าง \times ความยาว
2. ปริซึมฐานสามเหลี่ยม สามารถหาพื้นที่ฐานจากสูตร
พื้นที่ฐาน = $\frac{1}{2} \times$ ความยาวฐาน \times ความสูง

- ภาพคลี่ของปริซึม



2.1.2 ความรู้เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

กำหนดให้ สามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มีมุม ACB เป็นมุมฉาก ดังรูป



โดยที่ c แทนความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก

a และ b แทนความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

จะเห็นว่า $c^2 = a^2 + b^2$

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเป็นไปตามสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กล่าวว่า “สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวด้านประกอบมุมฉาก” โดยเรียกสมบัตินี้ว่า ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

3. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

- 3.1 ไปกิจกรรมที่ 2 “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”
- 3.2 Empathy Map “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”
- 3.3 My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”
- 3.4 About My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”
- 3.5 About Prototype “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”
- 3.6 Recheck “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ขั้นนำ (ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง งาดำชื่อดังย่านบางรัก โดยการเปิดวิดีโอที่ร้านจี้หม่าวู้ (<https://www.youtube.com/watch?v=0AdG1zEOLCI>) ให้นักเรียนดู เพื่อให้เห็นภาพของงาดำที่สื่อในไปกิจกรรม

4.1.2 ตรวจสอบสิ่งนักเรียนที่ดูวิดีโอที่ร้านจี้หม่าวู้ ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ โดยมีประเด็นคำถาม ดังนี้

- 1) ร้านจี้หม่าวู้ ตั้งอยู่ที่ใด
[นักเรียนควรตอบ ซ.เจริญเวียง ตรงข้ามโรบินสันบางรัก]
- 2) ร้านจี้หม่าวู้ เปิดมานานเท่าไรแล้ว
[นักเรียนควรตอบ 40 ปี]
- 3) ร้านจี้หม่าวู้ ขายอะไรบ้าง
[นักเรียนควรตอบ งาดำ ถั่วแดง และปะจ่าง]
- 4) ร้านจี้หม่าวู้ ขายงาดำและถั่วแดงราคาเท่าไร
[นักเรียนควรตอบ ราคาถั่วแดงหรือถั่วละ 20 บาท]

4.2 ขั้นกิจกรรม

ในขั้นนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (ใช้เวลาประมาณ 80-90 นาที) มีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา โดยแจกใบกิจกรรมที่ 2 “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ให้นักเรียนแต่ละคนอ่าน พร้อมกล่าวว่า “ขณะที่นักเรียนอ่าน ครูต้องการให้นักเรียนสวม

บทบาทของตัวเองเป็นมด เพื่อทำความเข้าใจชกหลิ้มหรือพ่อของเขา และสถานการณ์ปัญหาที่มากที่สุด”

4.2.2 **ขั้นที่ 1 Empathy** (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที) ครูแจกใบกิจกรรม Empathy Map “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” และครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุนรายละเอียดของปัญหา ตลอดจนสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา ดังนี้

1) เมื่อนักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์แล้ว นักเรียนคิดว่จากสถานการณ์นี้ชกหลิ้มน่าจะรู้สึกอย่างไรบ้าง พร้อมเขียนอธิบายความรู้สึกของชกหลิ้มลงในใบกิจกรรม “Empathy Map งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ช่อง What he feels

[นักเรียนควรตอบ ชกหลิ้มน่าจะอยากหาช่องทางในการหารายได้เพิ่ม]

2) นักเรียนคิดว่า คำพูดเชิงปัญหาใดบ้างที่ชกหลิ้มพูดออกมา พร้อมให้นักเรียนเขียนอธิบายลงในใบกิจกรรม Empathy Map “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ช่อง What he says

[นักเรียนควรตอบ ต้องทำกล่องขนาดเท่าไร]

3) นักเรียนคิดว่า อะไรคือความต้องการหรือสิ่งที่เห็นว่าเป็นปัญหาของสถานการณ์ดังกล่าว พร้อมเขียนอธิบายลงในใบกิจกรรม Empathy Map “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ช่อง What he sees

[นักเรียนควรตอบ

- ชกหลิ้มไม่รู้ว่าจะต้องทำกล่องขนาดเท่าไร

- หลอดที่ใช้ดูงาดำมีความยาวเท่าไร]

4) ส่วนใดบ้างที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็นในการแก้สถานการณ์ปัญหา

[นักเรียนควรตอบ อายุของชกหลิ้ม ราคาในการทำกล่อง สรรพคุณงาดำ]

5) ส่วนใดบ้างที่เป็นเงื่อนไข มีความสำคัญ หรือจำเป็นที่ต้องใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

[นักเรียนควรตอบ ปริมาตรของงาดำ 3 กระบวย กระบวยละประมาณ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร และหลอดดูงาดำแบบตรง ไม่พับ]

4.2.3 เมื่อนักเรียนระบุรายละเอียดของปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว **ขั้นที่ 2 Define** (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที) เป็นการสังเคราะห์ข้อมูลจากขั้นที่ 1 โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแล้วตีกรอบปัญหา พร้อมระบุประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา โดยครูใช้คำถามกระตุ้น คือ

นักเรียนต้องบอกให้ได้ว่า สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวนั้นเป็นใคร ต้องการอะไร เพื่ออะไร บนเงื่อนไขอะไร

[นักเรียนควรตอบ ชกหลั้มต้องการเพิ่มมูลค่าโดยทำกล่องงาดำและสามารถใช้หลอดดูดได้]

4.2.4 **ขั้นที่ 3 Ideate** (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที) ครูแจกใบกิจกรรม My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ให้นักเรียนหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่จำกัดขอบเขตความคิดของตน โดยมีคำถามช่วยกระตุ้นความคิด ดังนี้

1) นักเรียนมีแนวคิดอย่างไร ในการแก้ปัญหา

[นักเรียนควรตอบ

- สร้างกล่องตามปริมาตรของงาดำ และสร้างหลอดตามขนาดของกล่องงาดำ
- หาขนาดกล่องงาดำตามปริมาตรที่ต้องการ และหาหลอดที่มีขนาดตามกล่อง
- สร้างโมเดลกราฟฟิก]

2) หากนักเรียนคิดไม่ออกแล้ว ให้นักเรียนลองใช้ keyword ว่า “จะเป็นไปได้ไหมถ้า...” หรือ “จะเป็นอย่างไร ถ้าเราลอง...”

3) แนวทางที่นักเรียนคิดค้นนั้น สามารถตอบประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาหรือไม่

4.2.5 เมื่อนักเรียนระบุแนวทางในการแก้ปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาและระบุความเป็นไปได้ (เปอร์เซ็นต์/ข้อดี-ข้อเสีย) ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น ๆ พร้อมร่วมกันเลือกและอธิบายเหตุผลในการเลือกแนวทางลงในใบกิจกรรม My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ส่วนที่เป็นแนวทางที่ตัดสินใจเลือก

4.2.6 เมื่อนักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูแจกใบกิจกรรม About My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ให้นักเรียนร่วมกันระบุรายละเอียด ต่อไปนี้

1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาอะไรบ้าง พร้อมให้ระบุแนวคิดหลักของแต่ละเรื่อง และแหล่งที่มาในการหาความรู้

[นักเรียนควรตอบ

- ปริมาตรของปริซึม
- ภาพคลี่
- ทฤษฎีบทพีทาโกรัส]

2) ความรู้อื่น ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาอะไรบ้าง พร้อมระบุแหล่งที่มาในการหาความรู้

[นักเรียนควรตอบ

- การทำลิ้นของภาพคลี่
- โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ]

3) วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

[นักเรียนควรตอบ

- กระดาษร้อยปอนด์
- กาว เทปกาว
- คัตเตอร์ กรรไกร
- โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ]

4.2.7 เมื่อนักเรียนระบุรายละเอียดที่ใช้ในการแก้ปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อเป็นการตรวจสอบรายละเอียดก่อนการดำเนินการแก้ปัญหา ครูให้นักเรียนร่วมกันประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอ และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ลงในใบกิจกรรม About My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ในส่วนที่เป็นการพิจารณาข้อมูล (ขณะครูเดินดูนักเรียนทุกกลุ่ม หากมีรายละเอียดใดตกหล่น ครูจะช่วยแนะแนวทางในการเพิ่มรายละเอียดเหล่านั้น)

4.2.8 **ขั้นที่ 4 Prototype** (ใช้เวลาประมาณ 50-60 นาที) ครูแจกใบกิจกรรม About Prototype “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา พร้อมสร้างชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) โดยครูเดินสำรวจการแก้ปัญหาของนักเรียน ตลอดจนใช้คำถามกระตุ้น และให้คำแนะนำ ดังนี้

1) นักเรียนลงมือแก้ปัญหามาตามแนวทางที่วางไว้หรือไม่ ถ้าไม่ จะปรับเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร

2) ครูตั้งคำถามจากผลงานของนักเรียนว่า “ในแต่ละส่วนคิดอย่างไร” และให้ระบุนิยามคิด ส่วนนั้นของการออกแบบลงในใบกิจกรรม About Prototype “งาดำชื่อตั้งย่านบางรัก”

3) ขณะที่ครูเดินสำรวจ หากพบข้อผิดพลาด ครูตั้งคำถามว่า “ทำไมจึงเป็นเช่นนี้” ให้นักเรียนอธิบายเหตุผล และให้นักเรียนขึ้นไปตรวจสอบกับความรู้ที่หาในชั้นที่ 3 ว่าถูกต้องหรือไม่

4.2.9 **ขั้นที่ 5 Test** (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที) ครูแจกใบกิจกรรม Recheck “งาดำชื่อตั้งย่านบางรัก” ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์กับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา และความต้องการที่แท้จริงของปัญหา โดยครูใช้คำถามกระตุ้นในการตรวจสอบผลลัพธ์ เช่น

- 1) ผลลัพธ์ที่ปรากฏถูกต้องตรงตามเงื่อนไขหรือไม่
- 2) ผลลัพธ์ที่ปรากฏครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่

4.2.10 ครูให้นักเรียนตรวจสอบและพัฒนาชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) ให้ครบถ้วนและตรงตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนด เพื่อให้ได้ชิ้นงานต้นแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

4.3 ขั้นสรุป

4.3.1 ในขั้นนี้เป็นการสรุปความรู้เรื่อง ปริมาตรของปริซึมและทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบ (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที) ดังนี้

- 1) ให้นักเรียนบอกสูตรปริมาตรของปริซึม
[นักเรียนควรตอบ พื้นที่ฐาน \times ส่วนสูง]
- 2) ครูให้นักเรียนลองยกตัวอย่างกล่องที่นักเรียนสร้าง พร้อมบอกขนาดในส่วนต่าง ๆ ของกล่องที่นักเรียนสร้าง

[ให้นักเรียนยกตัวอย่างที่แตกต่างกันประมาณ 2 คน]

- 3) ให้นักเรียนบอกสูตรของพีทาโกรัส

[นักเรียนควรตอบ $c^2 = a^2 + b^2$]

- 4) ครูให้นักเรียนลองยกตัวอย่างความยาวของหลอด พร้อมอธิบายหลักการหาความยาวนั้น

[ให้นักเรียนยกตัวอย่างที่แตกต่างกันประมาณ 2 คน]

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในคาบนี้ มีดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์:</p> <p>1. นักเรียนระบุความยาวแต่ละด้านของฐาน และส่วนสูงของปริซึมตามปริมาตรที่กำหนดได้</p> <p>2. นักเรียนระบุความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากได้</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาความถูกต้องในการระบุความยาวแต่ละด้านของฐาน และส่วนสูงของปริซึมตามปริมาตรที่กำหนด ที่ใช้ในการออกแบบกล่องงาดำ และการหาความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉากที่ใช้ในการทำหลอด จากใบกิจกรรม About Prototype “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>ใบกิจกรรม About Prototype “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน:</p> <p>ในแต่ละข้อคำถามในใบกิจกรรม About Prototype “งาดำชื่อดังย่านบางรัก” ถ้านักเรียนตอบถูก จะได้คะแนน 1 คะแนน และถ้านักเรียนตอบได้ไม่ถูกต้อง จะได้ 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล:</p> <p>ถ้านักเรียนได้คะแนนมากกว่า 70% ของคะแนนเต็ม ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านทักษะและ กระบวนการ: นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหา อย่างมีวิจารณญาณ ผ่าน กระบวนการคิดเชิงออกแบบ</p>	<p>วิธีวัดผล: พิจารณาคำตอบถูกต้องในการ แสดงคำตอบจากใบกิจกรรม - Empathy Map - My Solution - About My Solution - About Prototype - Recheck “สถานความตั้งใจสุดท้ายของลุง เพียร์” และชิ้นงานต้นแบบ เครื่องมือวัดผล : ใบกิจกรรม Empathy Map, My Solution, About My Solution, About Prototype, Recheck สถานความตั้งใจสุดท้ายของลุง เพียร์ และชิ้นงานต้นแบบ</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน: เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Rubric Score) แบ่งออกเป็น 1. ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหา อย่างละเอียด 7 คะแนน 2. ด้านการวางแผนและเลือก แนวทางในการแก้ปัญหาอย่าง รอบคอบ 13 คะแนน 3. ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก 5 คะแนน 4. ด้านการตรวจสอบและปรับปรุง ผลลัพธ์ 5 คะแนน 5. ชิ้นงานต้นแบบ 5 คะแนน เกณฑ์การประเมินผล: ถ้านักเรียนได้ 25 คะแนน ขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 35 คะแนน ถือว่า ผ่าน</p>
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ : 1. นักเรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรมในชั้นเรียน 2. นักเรียนส่งงานตรงตาม เวลาที่กำหนด</p>	<p>วิธีวัดผล : พิจารณาพฤติกรรม หรือการ แสดงออกของนักเรียน ขณะ ตอบคำถาม หรือทำงานที่ได้รับ มอบหมาย และการส่งงานของ นักเรียน เครื่องมือวัดผล : แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึง ประสงค์</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน : ในแต่ละข้อของแบบสังเกต พฤติกรรม ถ้านักเรียนแสดงออกให้ เห็นอย่างชัดเจน ได้ 2 คะแนน ถ้านักเรียนแสดงออกให้เห็นเพียง เล็กน้อย ได้ 1 คะแนน และ ถ้านักเรียนไม่แสดงออกเลย จะได้ 0 คะแนน เกณฑ์การประเมินผล : ถ้านักเรียนได้ 2 คะแนน ขึ้นไป ถือ ว่าผ่าน</p>

**เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ**

เกณฑ์การประเมินด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
7	ระบุ What he feels What he sees What he says ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง
6	ระบุ What he feels What he sees What he says ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็นได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ครบถ้วน
5	ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุ What he feels What he sees What he says ได้ไม่ครบถ้วน
4	ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ระบุ What he feels What he sees What he says
3	ระบุเพียง What he feels What he sees What he says หรือ ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็นได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ครบถ้วน
2	ระบุเพียงส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
1	ระบุเพียงประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

เกณฑ์การประเมินด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ (ประเด็นการค้นหาแนวทางและประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล)

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
6	ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 3 แนวทางขึ้นไป ประเมินความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ครบถ้วนทุกแนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางที่เลือกได้อย่างสมเหตุสมผล
5	ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ 2 แนวทาง ประเมินความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ครบถ้วนทุกแนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางที่เลือกได้อย่างสมเหตุสมผล หรือ ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 3 แนวทางขึ้นไป แต่ประเมินความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วนทุกแนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางที่เลือกได้อย่างสมเหตุสมผล
4	ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ 2 แนวทาง ประเมินความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนทุกแนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางที่เลือกได้อย่างสมเหตุสมผล
3	ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ 2 แนวทาง แต่ประเมินความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วนทุกแนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางที่เลือกใช้แนวทางนั้นได้อย่างสมเหตุสมผล
2	ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ 1 แนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางนั้นได้อย่างสมเหตุสมผล
1	ระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ 1 แนวทาง และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหานี้โดยไม่อธิบายเหตุผล
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

เกณฑ์การประเมินด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่าง
รอบคอบ (ประเด็นการรวบรวมและพิจารณาข้อมูล)

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
7	ระบุข้อมูลด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรู้อื่น ๆ และด้านวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
6	ระบุข้อมูลด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรู้อื่น ๆ และด้านวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
5	ระบุข้อมูลด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรู้อื่น ๆ และด้านวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน และประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้หรือ ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพียงสองด้านได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนและประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้
4	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพียงสองด้าน และไม่ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
3	ระบุข้อมูลด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรู้อื่น ๆ และด้านวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน และไม่ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้
2	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพียงด้านใดด้านหนึ่งได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ครบถ้วน และไม่ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
1	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพียงด้านใดด้านหนึ่งได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน และไม่ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

เกณฑ์การประเมินด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขครบถ้วนหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่แสดงถึงผลลัพธ์หรือคำตอบของปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
4	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขครบถ้วนหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ได้มากกว่า 70% แต่ยังไม่ครบถ้วน
3	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นไปตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้มากกว่า 50% แต่ไม่ถึง 70%
2	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นไปตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้มากกว่า 30% แต่ไม่ถึง 50%
1	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นไปตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้มากกว่า 10% แต่ไม่ถึง 30%
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

เกณฑ์การประเมินด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์หรือคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด หรือ</p> <p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด พร้อมปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบไม่ถูกต้องทั้งหมด</p>
4	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด พร้อมปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบแต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด</p>
3	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้องเกินครึ่งแต่ไม่ครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และปรับปรุงผลลัพธ์หรือคำตอบในส่วนที่ตรวจทานให้ถูกต้อง หรือ</p> <p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์หรือคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด แต่เมื่อพบข้อผิดพลาดแล้วไม่ทำการปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบให้ถูกต้อง</p>
2	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้องไม่เกินครึ่งตามเงื่อนไขหรือไม่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และปรับปรุงผลลัพธ์หรือคำตอบในส่วนที่ตรวจทานให้ถูกต้อง หรือ</p> <p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้องเกินครึ่งแต่ไม่ครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และไม่ปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบในส่วนที่ตรวจทานให้ถูกต้อง</p>
1	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้องไม่เกินครึ่งตามเงื่อนไขหรือไม่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และไม่ปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบในส่วนที่ตรวจทานให้ถูกต้อง</p>
0	<p>ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ</p>

เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	ชิ้นงานต้นแบบสามารถตอบประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดทั้งหมด สวยงามและดึงดูดความสนใจ
4	ชิ้นงานต้นแบบสามารถตอบประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดทั้งหมด แต่ไม่สวยงามหรือไม่ดึงดูดความสนใจ หรือ ชิ้นงานต้นแบบมีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจ และชิ้นงานตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 70% แต่ยังไม่ครบถ้วนทั้งหมด
3	ชิ้นงานต้นแบบมีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจ และชิ้นงานต้นแบบตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 70% แต่ไม่ถึง 50%
2	ชิ้นงานต้นแบบตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 30% แต่ไม่ถึง 50%
1	ชิ้นงานต้นแบบตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 10% แต่ไม่ถึง 30%
0	ไม่มีชิ้นงาน

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

6.1 ด้านนักเรียน

(ระบุ ความรู้ /ทักษะและกระบวนการ/คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่พบ)

6.2 ด้านผู้สอน

(ระบุ ปัญหาหรือผลการจัดการเรียนรู้/ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

6.3 ด้านอื่นๆ (ถ้ามี)

7. สื่อการจัดการเรียนรู้

ใบกิจกรรมที่ 2 งามาดำซื้อตั้งย่านบางรัก

ชกหลิม เจ้าของร้านงามาดำ ย่านบางรัก กำลังเคี้ยวงามาดำเพื่อเตรียมออกขาย

มล ลูกสาววัย 14 ปี เข้าไปซักถามชกหลิม พ่อของเขาว่า

มล : ป้าคะ ป้าขายงามาดำมากี่ปีแล้วหรือคะ

ชกหลิม : ป้าขายตั้งแต่อายุ 24 ปี จนตอนนี้ป้าอายุ 56 ปีแล้ว

มล : ทำไมป้าเลือกขายงามาดำละคะ

ชกหลิม : จริง ๆ ทำมาตั้งแต่รุ่นอามาแล้วนะ

ป้าก็รับมือต่อจากอามาเช่นกัน และงามาดำเนี่ย

มีสรรพคุณมาก ๆ เช่น ช่วยบำรุงผิวพรรณ ซ่อมแซม

เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน เฝ้าผลาญ สลายไขมัน ป้องกัน

การเหน็บชา ตะคริว บำรุงกระดูก หลับง่าย หลับสบาย และอีกหลายอย่างเลยลูก

มล : สรรพคุณเยอะขนาดนี้ ลูกนึ่งมีปริมาตรเท่าไรหรือคะ

ชกหลิม : ป้าตัก 3 กระบวย กระบวยละประมาณ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร นะ

มล : แล้วป้าคิดราคาเท่าไรหรือคะ

ชกหลิม : แรก ๆ ป้าขายถุงละ 10 บาท แล้วก็ขึ้นมาเป็น 15 บาท จนตอนนี้ ขายถุงละ 20 บาท

มล : แล้วป้าจะขึ้นราคาอีกไหมคะ

ชกหลิม : จริง ๆ มันจะขึ้นราคาเมื่อของแพงขึ้น แต่ตอนนี้ป้าหาทางเพิ่มมูลค่างานดำอยู่

มีคนติดต่อป้ามาว่า ถ้าป้าทำใส่กล่องเขาจะรับไปวางขายต่อ เราจะได้มีรายได้

เพิ่มขึ้นด้วย

มล : แล้วใช้หลอดดูดได้ใช่ไหมคะ

ชกหลิม : ได้ ๆ ป้าลองไปถามร้านทำกล่องปริซึมมาแล้ว ถ้าปริมาตรงามาดำประมาณนี้เขา

คิดค่ากล่องพร้อมกับหลอดตรงไม่พับ ราคา 3.50 บาท แต่ป้ายังคิดไม่ออกเลยว่า


ป้าต้องทำกล่องขนาดเท่าใด ถ้าทำเป็นกล่องขึ้นมาได้ ป้าก็จะส่งให้คนที่มาติดต่อ

ราคา 25 บาท และวางขายหน้าร้านกล่อง 30 บาท ได้สบาย ๆ เลยหละ



ถ้านักเรียนจำลองตนเองเป็นมล นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเหลือพ่อจากเหตุการณ์นี้อย่างไร

Empathy Map “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”

What he feels	What he says
 What he sees	

ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา

ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา

ติกรอบปัญหา

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา

My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย
แปลกใหม่ ไม่จำกัดความคิด พร้อมระบุเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหา
นั้น แล้วร่วมกันสรุปเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง



นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาคือ

เพราะ

About My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”

แนวทางในการแก้ปัญหา คือ

ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมระบุแนวคิดหลักในแต่ละเรื่อง และแหล่งที่มาในการหาความรู้

<p>ความรู้ทาง คณิตศาสตร์</p>	
<p>ความรู้ด้าน อื่น ๆ</p>	
<p>วัสดุ/อุปกรณ์</p>	

ถูกต้อง เพียงพอ ความน่าเชื่อถือ

About Prototype “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”

ให้นักเรียนระบุเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา และวิธีการในการหาคำตอบ

เงื่อนไข/ลำดับในการ แก้ปัญหา	วิธีคิด

Recheck “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”

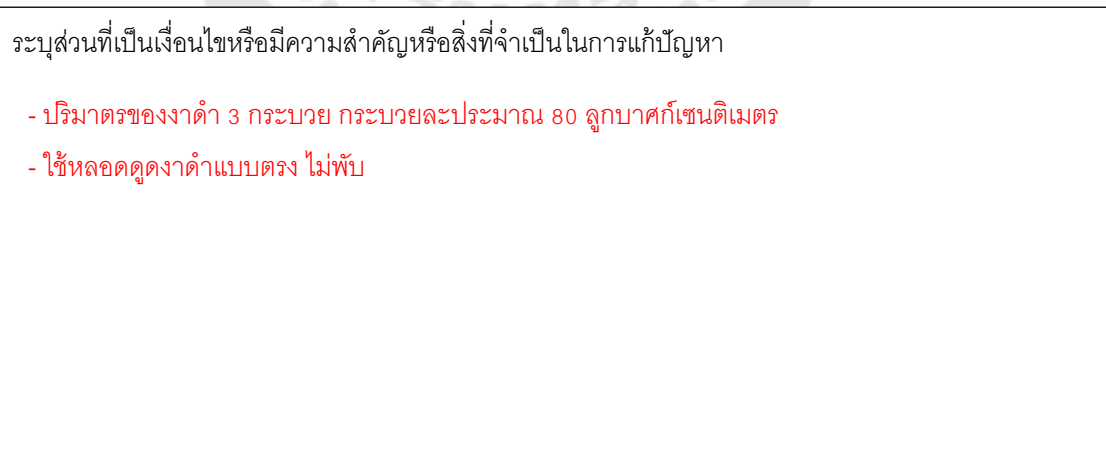
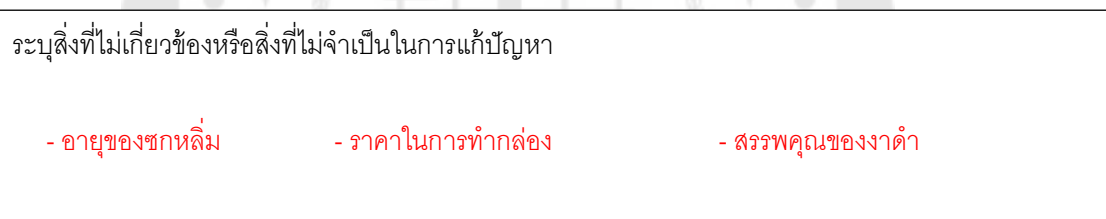
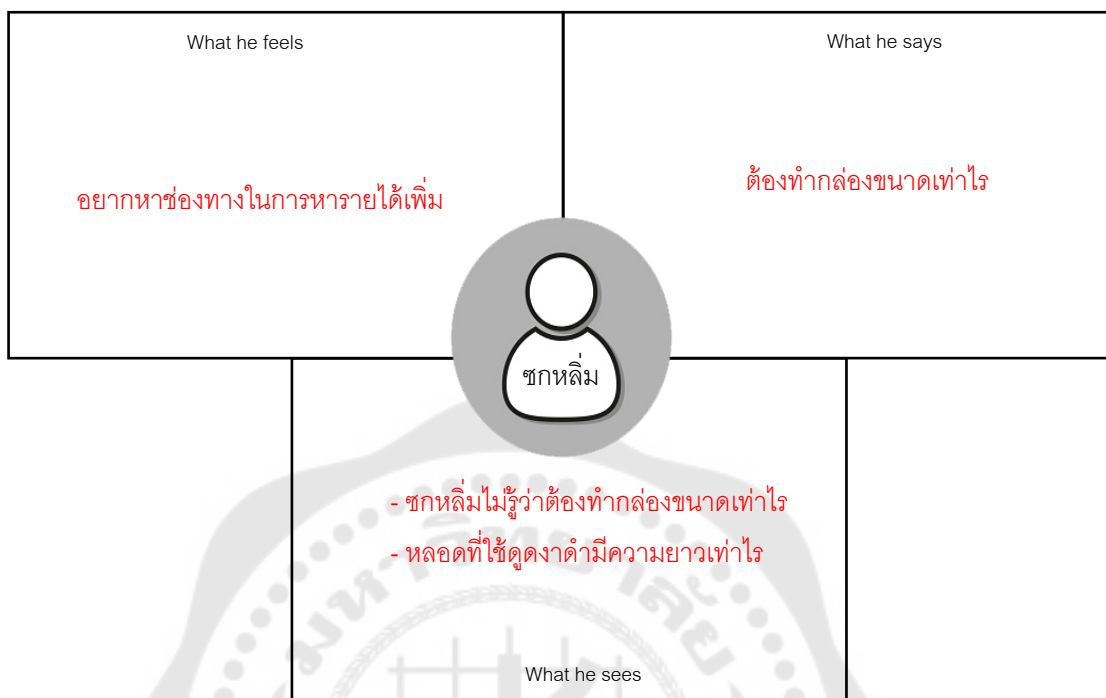
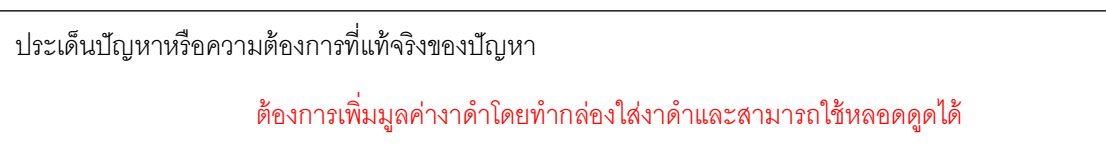
ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงตามเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหาหรือไม่

เงื่อนไข/ ลำดับ	วิธีคิด

ตรวจสอบกับเงื่อนไขครบถ้วนในใบกิจกรรม

ตรวจสอบกับเงื่อนไขครบถ้วนในชิ้นงานต้นแบบ

Empathy Map “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”

ติกรอบปัญหา

My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ทำกล่องใส่งาดำและสามารถใช้หลอดดูดได้

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่จำกัดความคิด พร้อมระบุเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น แล้วร่วมกันสรุปเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง

- สร้างกล่องงาดำตามปริมาตรของงาดำ และสร้างหลอดตามขนาดของกล่องงาดำ (สามารถทำได้เลยและบอกขนาดได้อย่างชัดเจน)
- หาขนาดกล่องงาดำตามปริมาตรที่ต้องการ และหาหลอดที่มีขนาดตามกล่อง (เป็นไปได้อ่อนขำยาก เนื่องจากอาจจะไม่มีกล่องตามปริมาตรที่ต้องการ)
- สร้างโมเดลกราฟฟิก (ทำได้ยาก เนื่องจากไม่ค่อยมีความถนัดในการทำโปรแกรม)

นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาคือ สร้างกล่องนมตามปริมาตรที่ต้องการและหลอดดูด
เพราะ สามารถทำได้ และรู้ขนาดตามที่ต้องการ

About My Solution “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”

แนวทางในการแก้ปัญหา คือ **สร้างกล่องนมตามปริมาตรที่ต้องการและหลอดดูด**

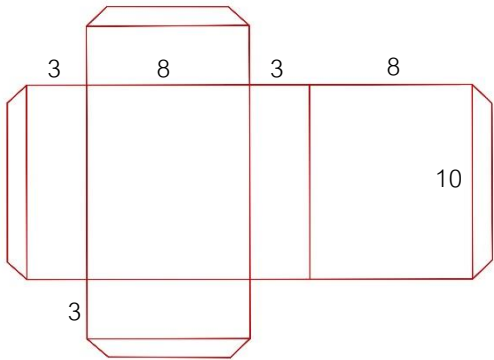
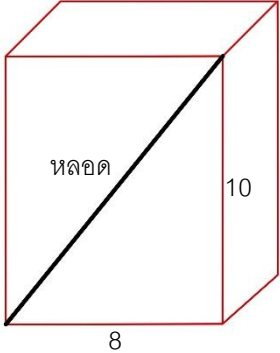
ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมระบุแนวคิดหลักในแต่ละเรื่อง และแหล่งที่มาในการหาความรู้

ความรู้ทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาตรของปริซึม = พื้นฐาน \times ส่วนสูง - ภาพคลี่ - พีทาโกรัส จากสูตร $a^2 + b^2 = c^2$
ความรู้ด้านอื่น ๆ	<ul style="list-style-type: none"> - การทำลื่นของภาพคลี่
วัสดุ/อุปกรณ์	<ul style="list-style-type: none"> - กระดาษ 100 ปอนด์ - กรรไกร - เทปกาวสองหน้า - กาว

ถูกต้อง	✓		เพียงพอ	✓	ความน่าเชื่อถือ	✓
---------	---	--	---------	---	-----------------	---

About Prototype “งาดำชื่อดังย่านบางรัก”

ให้นักเรียนระบุเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา และวิธีการในการหาคำตอบ

เงื่อนไข/ลำดับในการ แก้ปัญหา	วิธีคิด
1. หาปริมาตรของ งาดำ 3 กระบวย	ปริมาตรของงาดำ = $80 \times 3 = 240$ ลบ.ซม.
2. สร้างภาพคลี่	
3. หาคความยาวของหลอด	 <p>กำหนดให้ c แทนความยาวหลอด</p> $10^2 + 8^2 = c^2$ $100 + 64 = c^2$ $164 = c^2$ $c = \sqrt{164}, -\sqrt{164}$ $c = 2\sqrt{41}, -2\sqrt{41}$ $c \approx 2(6.4), -2(6.4)$ $c \approx 12.8, -\cancel{12.8}$ <p>เพราะฉะนั้น หลอดยาว 12.8 เซนติเมตร</p>

Recheck “งาดำซื้อตั้งย่านบางรัก”

ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงตามเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหาหรือไม่

เงื่อนไข/ ลำดับ	วิธีคิด
1	$\frac{240}{3} = 80$
2	ปริมาตรของปริซึม = พื้นฐาน \times ส่วนสูง $= 8 \times 3 \times 10 = 240$ ลบ.ซม.
3	$(12.8)^2 \approx 10^2 + 8^2$ $163.84 \approx 164$



ตรวจสอบคำตอบในใบกิจกรรมกับเงื่อนไข



ตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานต้นแบบกับเงื่อนไข

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7		
รายวิชา	คณิตศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
หน่วยการเรียนรู้	จัดโต๊ะให้ครูที่	(กิจกรรมกลุ่ม)
ปีการศึกษา	2565 ภาคเรียนที่ 3	เวลา 150 นาที

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

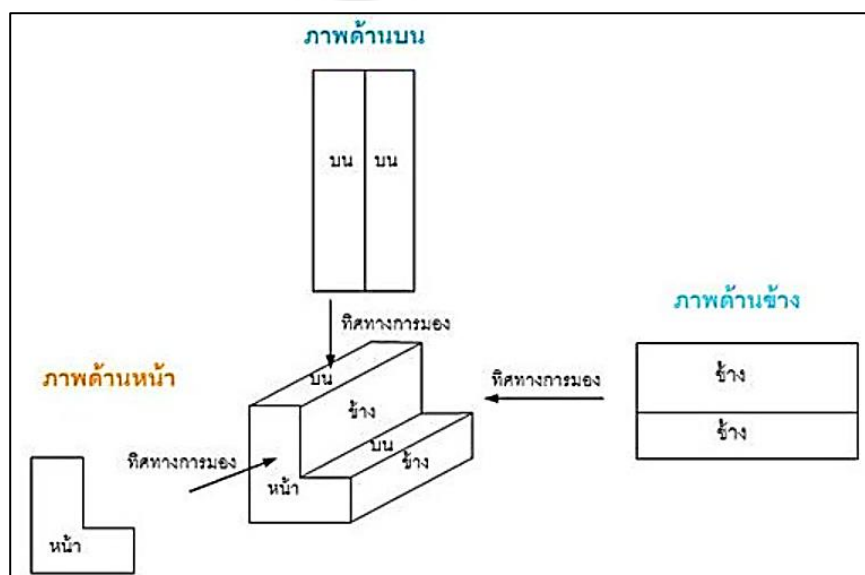
- 1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์: นักเรียน
 - 1.1.1 ระบุความกว้างและความยาวของรูปเรขาคณิตสองมิติได้
- 1.2 ด้านทักษะและกระบวนการ: นักเรียน
 - 1.2.1 แสดงวิธีแก้ปัญหามีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
- 1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์: นักเรียน
 - 1.3.1 มีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน
 - 1.3.2 ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด

2. สาระการเรียนรู้

2.1 ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์

2.1.1 ความรู้เรื่องภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ภาพสองมิติที่ได้จากการมองด้านหน้า(front view) ด้านข้าง(side view) และด้านบน(top view) โดยพิจารณารูปเรขาคณิตสามมิติในทิศทางหรือแนวตั้งฉากกับด้านหน้า ด้านข้าง หรือด้านบน ดังตัวอย่าง

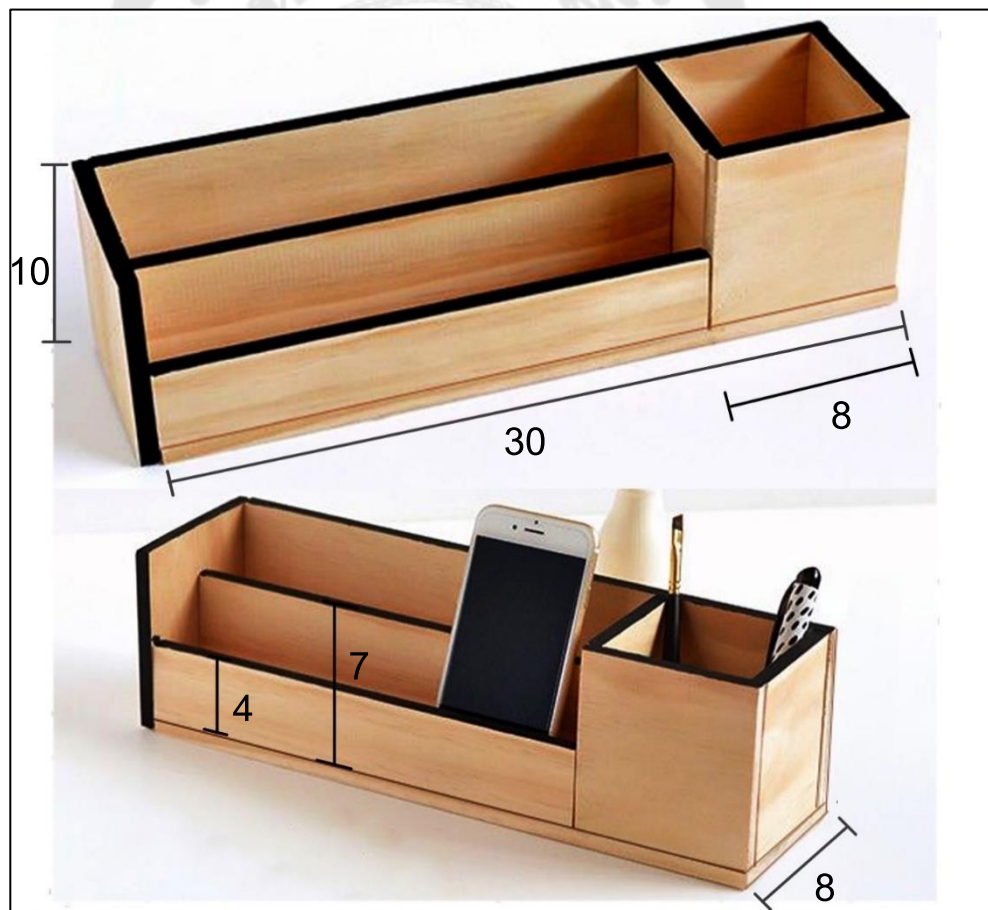


3. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

- 3.1 ไปกิจกรรมที่ 7 “จัดโต๊ะให้ครูที”
- 3.2 Empathy Map “จัดโต๊ะให้ครูที”
- 3.3 My Solution “จัดโต๊ะให้ครูที”
- 3.4 About My Solution “จัดโต๊ะให้ครูที”
- 3.5 About Prototype “จัดโต๊ะให้ครูที”
- 3.6 Recheck “จัดโต๊ะให้ครูที”

4. กิจกรรมการเรียนรู้

- 4.1 **ขั้นนำ** (ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)
 - 4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง จัดโต๊ะให้ครูที โดยการชั้นภาพ



พร้อมถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่า ถ้าเราจะสร้างกล่องใส่เครื่องเขียนชิ้นนี้ จะใช้ไม้ทั้งหมดกี่ชิ้น”

[นักเรียนควรตอบ 8 ชิ้น]

4.1.2 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบ “ไม้ทั้ง 8 แผ่น มาจากส่วนใดของกล่องใส่เครื่องเขียน และแต่ละส่วนมีขนาดเท่าใด โดยกำหนดความหนาของไม้ คือ 1 เซนติเมตร” โดยครูเขียนคำตอบของนักเรียนขึ้นกระดาน

4.2 **ขั้นกิจกรรม** ในขั้นนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (ใช้เวลาประมาณ 130 นาที) มีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน

4.2.2 ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา โดยแจกใบกิจกรรมที่ 7 “จัดโต๊ะให้ครูที” ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่าน พร้อมกล่าวว่า “ขณะที่นักเรียนอ่าน ครูต้องการให้นักเรียนสวมบทบาทของตัวเองเป็นชินเพื่อให้เข้าอกเข้าใจครูที และสถานการณ์ปัญหานี้มากที่สุด”

4.2.3 **ขั้นที่ 1 Empathy** (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที) ครูแจกใบกิจกรรม Empathy Map “จัดโต๊ะให้ครูที” และครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนระบุนรายละเอียดของปัญหา ตลอดจนสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา ดังนี้

1) เมื่อนักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์แล้ว นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์นี้ครูทีน่าจะรู้สึกอย่างไรบ้าง พร้อมเขียนอธิบายความรู้สึกของครูทีลงในใบกิจกรรม Empathy Map “จัดโต๊ะให้ครูที” ช่อง What he feels

[นักเรียนควรตอบ ดีใจที่นักเรียนนึกถึง และจะสร้างชิ้นงานให้]

2) นักเรียนคิดว่า คำพูดเชิงปัญหาใดบ้างที่ป่าเพ็ญพูดออกมา พร้อมให้นักเรียนเขียนอธิบายลงในใบกิจกรรม Empathy Map “จัดโต๊ะให้ครูที” ช่อง What he says

[นักเรียนควรตอบ

- มีเอกสารเต็มโต๊ะไปหมด
- โต๊ะครูตีค่อนข้างรก]

3) นักเรียนคิดว่า อะไรคือความต้องการหรือสิ่งที่เห็นว่าเป็นปัญหาของสถานการณ์ดังกล่าว พร้อมเขียนอธิบายลงในใบกิจกรรม Empathy Map “จัดโต๊ะให้ครูที” ช่อง What he sees

[นักเรียนควรตอบ โต๊ะรก เพราะมีเอกสาร ปากกาเยอะ]

4) ส่วนใดบ้างที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็นในการแก้สถานการณ์ปัญหา

[นักเรียนควรตอบ

- ครูชีสอน ม.2 และ ม.3
- ช่วงเวลาในการปิดเทอม]

5) ส่วนใดบ้างที่เป็นเงื่อนไข มีความสำคัญ หรือจำเป็นที่ต้องใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

[นักเรียนควรตอบ

- ของที่ต้องจัดการได้แก่
- Note book 15 นิ้ว 1 เครื่อง
- ปากกาไวท์บอร์ด และเครื่องเขียน
- Post it
- เอกสารขนาด A4
- ไม้บัลซา ขนาด 1.5×1.5 เมตร]

4.2.4 เมื่อนักเรียนระบุรายละเอียดของปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว **ขั้นที่ 2 Define** (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที) เป็นการส่งเคราะห์ข้อมูลจากขั้นที่ 1 โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแล้วตีกรอบปัญหา พร้อมระบุประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา โดยครูใช้คำถามกระตุ้น คือ

นักเรียนต้องบอกให้ได้ว่า สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวนั้นเป็นใคร ต้องการอะไร เพื่ออะไร บนเงื่อนไขอะไร

[นักเรียนควรตอบ สร้างชิ้นงานเพื่อช่วยครูที่จัดโต๊ะ จากไม้บัลซา 1.5×1.5 เมตร ที่ครูตัดดาวให้]

4.2.5 **ขั้นที่ 3 Ideate** (ใช้เวลาประมาณ 10-20 นาที) ครูแจกใบกิจกรรม My Solution “จัดโต๊ะให้ครูที่” ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่จำกัดขอบเขตความคิดของตน โดยมีคำถามช่วยกระตุ้นความคิด ดังนี้

1) นักเรียนมีแนวคิดอย่างไร ในการแก้ปัญหา

[นักเรียนควรตอบ

- สร้างชิ้นงานเก็บของบนโต๊ะครู
- ทิ้งเอกสาร]

2) หากนักเรียนคิดไม่ออกแล้ว ให้นักเรียนลองใช้ keyword ว่า “จะเป็นไปได้ไหมถ้า...” หรือ “จะเป็นอย่างไร ถ้าเราลอง...”

3) แนวทางที่นักเรียนคิดค้นนั้น สามารถตอบประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาหรือไม่

4.2.6 เมื่อนักเรียนระบุแนวทางในการแก้ปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาและระบุความเป็นไปได้ (เปอร์เซ็นต์/ข้อดี-ข้อเสีย) ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น ๆ พร้อมร่วมกันเลือกและอธิบายเหตุผลในการเลือกแนวทางลงในปีกิจกรรม My Solution “จัดโต๊ะให้ครูที” ส่วนที่เป็นแนวทางที่ตัดสินใจเลือก

4.2.7 เมื่อนักเรียนตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูแจกใบกิจกรรม About My Solution “จัดโต๊ะให้ครูที” ให้นักเรียนร่วมกันระบุรายละเอียดต่อไป

1) ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง พร้อมให้ระบุแนวคิดหลักของแต่ละเรื่อง และแหล่งที่มาในการหาความรู้

[นักเรียนควรตอบ

- การมองทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน
- พื้นที่
- การแปลงหน่วย]

2) ความรู้อื่น ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง พร้อมระบุแหล่งที่มาในการหาความรู้

[นักเรียนควรตอบ

- ความกว้าง และความยาวของโน้ตบุ๊ก ขนาด 15 นิ้ว
- ขนาดของกระดาษ A4

- ความสูงของปากกา]

3) วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

[นักเรียนควรตอบ

- กระดาษสำหรับออกแบบ
- กาว เทปกาว
- คัตเตอร์/กรรไกร
- ตะปูกลม]

4.2.8 เมื่อนักเรียนระบุรายละเอียดที่ใช้ในการแก้ปัญหาเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อเป็นการตรวจสอบรายละเอียดก่อนการดำเนินการแก้ปัญหา ครูให้นักเรียนร่วมกันประเมินข้อมูล ด้านความถูกต้อง ความเพียงพอ และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ลงในใบกิจกรรม About My Solution “จัดโต๊ะให้ครูที” ในส่วนที่เป็นการพิจารณาข้อมูล (ขณะครูเดินดูนักเรียนทุกกลุ่ม หากมีรายละเอียดใดตกหล่น ครูจะช่วยแนะแนวทางในการเพิ่มรายละเอียดเหล่านั้น)

4.2.9 **ขั้นที่ 4 Prototype** (ใช้เวลาประมาณ 80-100 นาที) ครูแจกใบกิจกรรม About Prototype “จัดโต๊ะให้ครูที” ให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา พร้อมสร้างชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) โดยครูเดินสำรวจการแก้ปัญหาของนักเรียน ตลอดจนใช้คำถามกระตุ้น และให้คำแนะนำ ดังนี้

- 1) นักเรียนลงมือแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้หรือไม่ ถ้าไม่ จะปรับเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหาเป็นอย่างไร
- 2) ครูตั้งคำถามจากผลงานของนักเรียนว่า “ในแต่ละส่วนคิดอย่างไร” และให้ระบุนิเวศคิด ส่วนนั้นของการออกแบบลงในใบกิจกรรม “About Prototype”
- 3) ขณะที่ครูเดินสำรวจ หากพบข้อผิดพลาด ครูตั้งคำถามว่า “ทำไมจึงเป็นเช่นนี้” ให้นักเรียนอธิบายเหตุผล และให้นักเรียนขึ้นไปตรวจสอบกับความรู้ที่หาในขั้นที่ 3 ว่า ถูกต้องหรือไม่

4.2.10 **ขั้นที่ 5 Test** (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที) ครูแจกใบกิจกรรม Recheck “จัดโต๊ะให้ครูที” ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์กับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา และความต้องการที่แท้จริงของปัญหา โดยครูใช้คำถามกระตุ้นในการตรวจสอบผลลัพธ์ เช่น

- 1) ผลลัพธ์ที่ปรากฏถูกต้องตรงตามเงื่อนไขหรือไม่
- 2) ผลลัพธ์ที่ปรากฏครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่

4.2.11 ครูให้นักเรียนตรวจสอบและพัฒนาชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) ให้ครบถ้วนและตรงตามเงื่อนไขที่ปัญหากำหนด เพื่อให้ได้ชิ้นงานต้นแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

4.3 ขั้นสรุป

4.3.1 ในขั้นนี้เป็นการสรุปความรู้เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนในห้องร่วมกันตอบ (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที) ดังนี้

ครูให้นักเรียนลองยกตัวอย่างชิ้นงานที่สร้างขึ้น พร้อมบอกขนาดในส่วนต่าง ๆ บนชิ้นงานและวิธีการจัดเรียงบนไม้บัลซาลขนาด 1.5×1.5 เมตร

[ให้นักเรียนยกตัวอย่างที่แตกต่างกันประมาณ 2 กลุ่ม]

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในคาบนี้ มีดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์:</p> <p>1. นักเรียนระบุความกว้างและความยาวของรูปเรขาคณิตสองมิติได้</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาความถูกต้องในการระบุความกว้างและความยาวของรูปเรขาคณิตสองมิติที่ใช้ในการออกแบบบนเงื่อนไขที่กำหนด จากใบกิจกรรม About Prototype “จัดโต๊ะให้ครูที”</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>ใบกิจกรรม “About Prototype จัดโต๊ะให้ครูที”</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน:</p> <p>ในแต่ละข้อคำถามในใบกิจกรรม About Prototype “จัดโต๊ะให้ครูที” ถ้านักเรียนตอบถูก จะได้ คะแนน 1 คะแนน และถ้านักเรียนตอบได้ไม่ถูกต้อง จะได้ 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล:</p> <p>ถ้านักเรียนได้คะแนนมากกว่า 70% ของคะแนนเต็ม ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ต้องการวัดและ ประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านทักษะและ กระบวนการ: นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหา อย่างมีวิจารณญาณ ผ่าน กระบวนการคิดเชิงออกแบบ</p>	<p>วิธีวัดผล: พิจารณาความถูกต้องในการ แสดงคำตอบจากใบกิจกรรม - Empathy Map - My Solution - About My Solution - About Prototype - Recheck “สถานความตั้งใจสุดท้ายของลุง เพียร” และชิ้นงานต้นแบบ</p> <p>เครื่องมือวัดผล : ใบกิจกรรม Empathy Map, My Solution, About My Solution, About Prototype, Recheck สถานความตั้งใจสุดท้ายของลุง เพียร และชิ้นงานต้นแบบ</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน: เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Rubric Score) แบ่งออกเป็น 1. ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหา อย่างละเอียด 7 คะแนน 2. ด้านการวางแผนและเลือก แนวทางในการแก้ปัญหาอย่าง รอบคอบ 13 คะแนน 3. ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก 5 คะแนน 4. ด้านการตรวจสอบและปรับปรุง ผลลัพธ์ 5 คะแนน 5. ชิ้นงานต้นแบบ 5 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล: ถ้านักเรียนได้ 25 คะแนน ขึ้นไปจาก คะแนนเต็ม 35 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ : 1. นักเรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรมในชั้นเรียน 2. นักเรียนส่งงานตรงตาม เวลาที่กำหนด</p>	<p>วิธีวัดผล : พิจารณาพฤติกรรม หรือการ แสดงออกของนักเรียน ขณะ ตอบคำถาม หรือทำงานที่ได้รับ มอบหมาย และการส่งงานของ นักเรียน</p> <p>เครื่องมือวัดผล : แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึง ประสงค์</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน : ในแต่ละข้อของแบบสังเกต พฤติกรรม ถ้านักเรียนแสดงออกให้ เห็นอย่างชัดเจน ได้ 2 คะแนน ถ้านักเรียนแสดงออกให้เห็นเพียง เล็กน้อย ได้ 1 คะแนน และ ถ้านักเรียนไม่แสดงออกเลย จะได้ 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล : ถ้านักเรียนได้ 2 คะแนน ขึ้นไป ถือ ว่าผ่าน</p>

**เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ**

เกณฑ์การประเมินด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
7	ระบุ What he feels What he sees What he says ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง
6	ระบุ What he feels What he sees What he says ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็นได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ครบถ้วน
5	ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุ What he feels What he sees What he says ได้ไม่ครบถ้วน
4	ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็น ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ระบุ What he feels What he sees What he says
3	ระบุเพียง What he feels What he sees What he says หรือ ระบุรายละเอียดของปัญหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่จำเป็นได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และสรุปประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้ยังไม่ครบถ้วน
2	ระบุเพียงส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน
1	ระบุเพียงประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

เกณฑ์การประเมินด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ (ประเด็นการค้นหาแนวทางและประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล)

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
6	ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 3 แนวทางขึ้นไป ประเมินความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ครบถ้วนทุกแนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางที่เลือกได้อย่างสมเหตุสมผล
5	ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ 2 แนวทาง ประเมินความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ครบถ้วนทุกแนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางที่เลือกได้อย่างสมเหตุสมผล หรือ ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 3 แนวทางขึ้นไป แต่ประเมินความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วนทุกแนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางที่เลือกได้อย่างสมเหตุสมผล
4	ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ 2 แนวทาง ประเมินความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนทุกแนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางที่เลือกได้อย่างสมเหตุสมผล
3	ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ 2 แนวทาง แต่ประเมินความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหาได้ไม่ครบถ้วนทุกแนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางที่เลือกใช้แนวทางนั้นได้อย่างสมเหตุสมผล
2	ระบุแนวทางในการแก้ปัญหาได้ 1 แนวทาง และระบุเหตุผลในแนวทางนั้นได้อย่างสมเหตุสมผล
1	ระบุทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ 1 แนวทาง และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหานั้นโดยไม่อธิบายเหตุผล
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

เกณฑ์การประเมินด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่าง
รอบคอบ (ประเด็นการรวบรวมและพิจารณาข้อมูล)

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
7	ระบุข้อมูลด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรู้อื่น ๆ และด้านวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
6	ระบุข้อมูลด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรู้อื่น ๆ และด้านวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
5	ระบุข้อมูลด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรู้อื่น ๆ และด้านวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน และประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้หรือ ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพียงสองด้านได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนและประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้
4	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพียงสองด้าน และไม่ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
3	ระบุข้อมูลด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ด้านความรู้อื่น ๆ และด้านวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน และไม่ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลได้
2	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพียงด้านใดด้านหนึ่งได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน แต่ไม่ครบถ้วน และไม่ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
1	ระบุข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพียงด้านใดด้านหนึ่งได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน และไม่ประเมินข้อมูลด้านความถูกต้อง ความเพียงพอของข้อมูล และความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

เกณฑ์การประเมินด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขครบถ้วนหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่แสดงถึงผลลัพธ์หรือคำตอบของปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
4	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขครบถ้วนหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ได้มากกว่า 70% แต่ยังไม่ครบถ้วน
3	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นไปตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้มากกว่า 50% แต่ไม่ถึง 70%
2	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นไปตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้มากกว่า 30% แต่ไม่ถึง 50%
1	แสดงการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางแผนได้อย่างถูกต้อง ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นไปตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้มากกว่า 10% แต่ไม่ถึง 30%
0	ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ

เกณฑ์การประเมินด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์หรือคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด หรือ</p> <p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด พร้อมปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบไม่ถูกต้องทั้งหมด</p>
4	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด พร้อมปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบแต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด</p>
3	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้องเกินครึ่งแต่ไม่ครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และปรับปรุงผลลัพธ์หรือคำตอบในส่วนที่ตรวจทานให้ถูกต้อง หรือ</p> <p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์หรือคำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามเงื่อนไขหรือเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทั้งหมด แต่เมื่อพบข้อผิดพลาดแล้วไม่ทำการปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบให้ถูกต้อง</p>
2	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้องไม่เกินครึ่งตามเงื่อนไขหรือไม่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และปรับปรุงผลลัพธ์หรือคำตอบในส่วนที่ตรวจทานให้ถูกต้อง หรือ</p> <p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้องเกินครึ่งแต่ไม่ครบถ้วนตามเงื่อนไขหรือไม่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และไม่ปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบในส่วนที่ตรวจทานให้ถูกต้อง</p>
1	<p>แสดงการตรวจทานผลลัพธ์ได้ถูกต้องไม่เกินครึ่งตามเงื่อนไขหรือไม่เป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และไม่ปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์หรือคำตอบในส่วนที่ตรวจทานให้ถูกต้อง</p>
0	<p>ไม่แสดงวิธีทำหรือไม่ตอบ</p>

เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	ชิ้นงานต้นแบบสามารถตอบประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดทั้งหมด สวยงามและดึงดูดความสนใจ
4	ชิ้นงานต้นแบบสามารถตอบประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา ตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดทั้งหมด แต่ไม่สวยงามหรือไม่ดึงดูดความสนใจ หรือ ชิ้นงานต้นแบบมีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจ และชิ้นงานตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 70% แต่ยังไม่ครบถ้วนทั้งหมด
3	ชิ้นงานต้นแบบมีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจ และชิ้นงานต้นแบบตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 70% แต่ไม่ถึง 50%
2	ชิ้นงานต้นแบบตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 30% แต่ไม่ถึง 50%
1	ชิ้นงานต้นแบบตรงตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดมากกว่า 10% แต่ไม่ถึง 30%
0	ไม่มีชิ้นงาน

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

6.1 ด้านนักเรียน

(ระบุ ความรู้ /ทักษะและกระบวนการ/คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่พบ)

6.2 ด้านผู้สอน

(ระบุ ปัญหาหรือผลการจัดการเรียนรู้/ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

6.3 ด้านอื่นๆ (ถ้ามี)

7. สื่อการจัดการเรียนรู้

ใบกิจกรรมที่ 7 จัดโต๊ะให้ครูดี

ตัดดาว ครูที่ปรึกษาชมรมงานประดิษฐ์ โรงเรียนสถาปติยกรรม ให้ไม้บัลซาขนาด 1.5×1.5 เมตร แก่นักเรียน พร้อมปล่อยใจทยี่ให้นักเรียนสร้างชิ้นงาน 1 ชิ้นก่อนจบภาคเรียนนี้ โดยชิ้นงานจะต้องไม่เป็นขยะ มีประโยชน์ต่อตนเองที่ได้เรียนรู้กระบวนการสร้างชิ้นงาน และเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่นที่ได้รับชิ้นงานของนักเรียน หากใครไม่ทำจะตกวิชาชมรมทันที

นายชิน หนึ่งในนักเรียนชมรมงานประดิษฐ์ คิดไว้ในใจแล้วว่าจะทำสิ่งประดิษฐ์ให้ครูดี เขาจึงเดินไปหาครูดี เพื่อสอบถามความต้องการจากครูดี

ชิน : สวัสดีครับครูดี เทอมนี้ผมไม่ค่อยได้เจอครูเลยนะครับ

ครูดี : คาบสอนครูเยอะมากเพราะเทอมนี้ครูสอนทั้ง ม.2 และ ม.3 แล้วเดินมาหาครูมีอะไรหรือป่าว

ชิน : มีครับ ผมเรียนชมรมงานประดิษฐ์ ครูตัดดาวให้สร้างชิ้นงานที่เป็นประโยชน์ต่อผู้รับ ผมเลยเลือกที่จะสร้างให้ครูครับ

ครูดี : หุยยยย ดีใจตายเลย

ชิน : แล้วใกล้เปิดเทอมแล้ว ครูไปเที่ยวไหนไหมครับ

ครูดี : ปิดเทอม 2 สัปดาห์เอง ครูคงไม่ได้ไปไหน ต้องมาโรงเรียนตรวจข้อสอบ มีเอกสารเต็มโต๊ะไปหมด เราเห็นไหมเนี่ย

ชิน : อ้อ ครับ โต๊ะครูค่อนข้างรกนะครับ

ครูดี : ไซ้ ๆ ทำไงได้ละ ของครูเยอะนี่หนา เราพอจะมีวิธีช่วยได้ไหมละ

ชิน : แล้วครูมีอะไรบนโต๊ะบ้างครับ


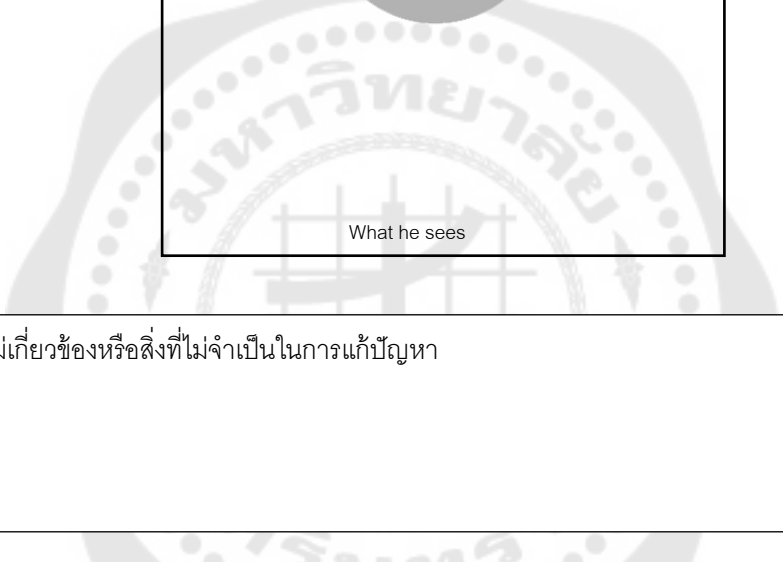
ครูดี : ที่ครูใช้ประจำมี Note book 15 นิ้ว 1 เครื่อง ปากกาไวท์บอร์ด/เครื่องเขียนอื่น ๆ Post it และเอกสาร A4 ต่าง ๆ ส่วนพวกข้อสอบครูต้องเก็บไว้อีกทีนะ

ชิน : ได้ครับครู ผมขออนุญาตวัดโต๊ะครูนะครับ (โต๊ะครูที่มีความกว้าง 1 เมตร ยาว 1.2 เมตร)และเดี๋ยวผมจะช่วยครูจัดโต๊ะเองครับ

จากเหตุการณ์ข้างต้น ถ้านักเรียนเป็นชิน นักเรียนจะมีวิธีการช่วยเหลือครูดี และทำให้ตนเองผ่านวิชาชมรมได้อย่างไร



Empathy Map “จัดโต๊ะให้ครูที”

What he feels	What he says
 ชกหลิ้ม	
 What he sees	

ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา

ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา

ติกรอบปัญหา

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา

My Solution “จัดโต๊ะให้ครูที”

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย
แปลกใหม่ ไม่จำกัดความคิด พร้อมระบุเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น
นั้น แล้วร่วมกันสรุปเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง



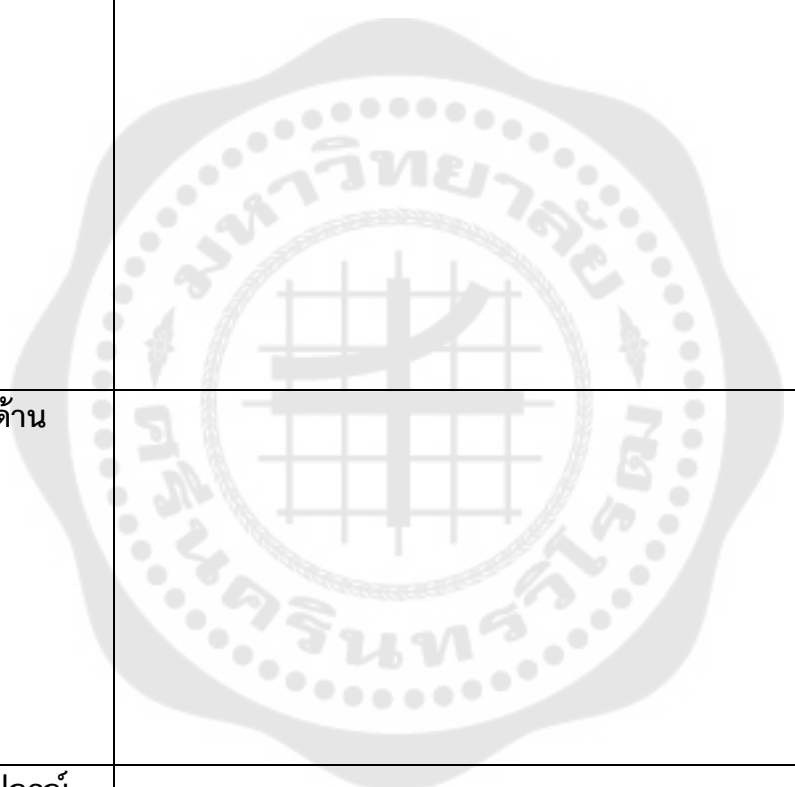
นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาคือ

เพราะ

About My Solution “จัดโต๊ะให้ครูที”

แนวทางในการแก้ปัญหา คือ

ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมระบุแนวคิดหลักในแต่ละเรื่อง และแหล่งที่มาในการหาความรู้

<p>ความรู้ทาง คณิตศาสตร์</p>	
<p>ความรู้ด้าน อื่น ๆ</p>	
<p>วัสดุ/อุปกรณ์</p>	

ถูกต้อง เพียงพอ ความน่าเชื่อถือ

About Prototype “จัดโต๊ะให้ครูที”

ให้นักเรียนระดมเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา และวิธีการในการหาคำตอบ

เงื่อนไข/ลำดับในการ แก้ปัญหา	วิธีคิด

Recheck “จัดโต๊ะให้ครูที”

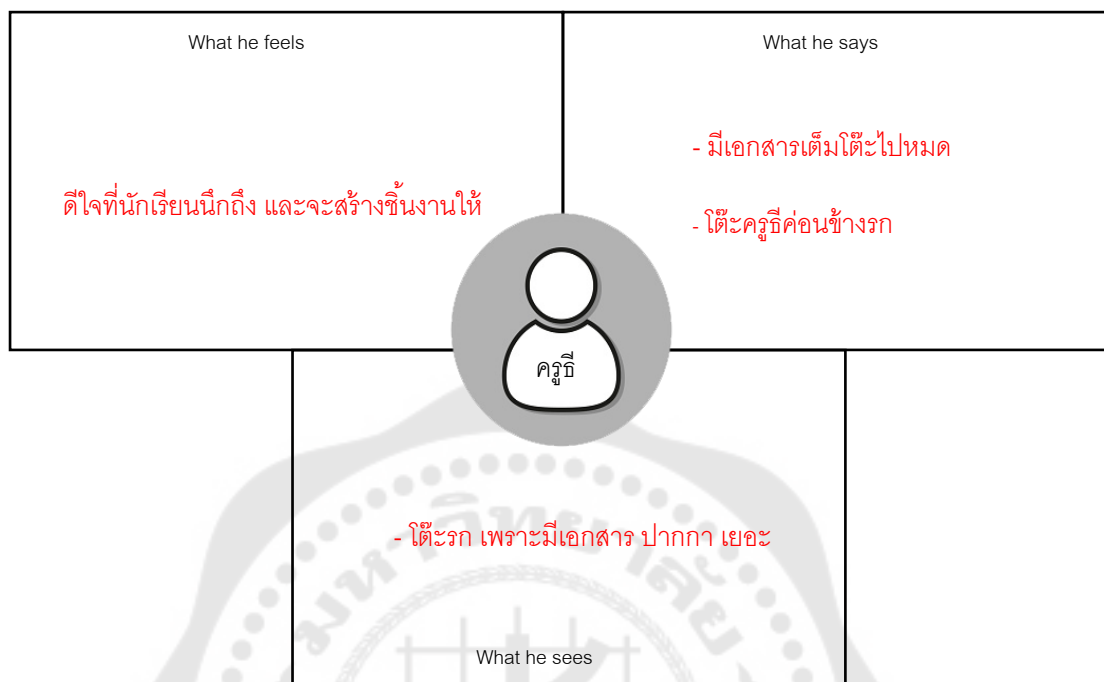
ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงตามเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหาหรือไม่

เงื่อนไข/ ลำดับ	วิธีคิด

ตรวจสอบกับเงื่อนไขครบถ้วนในใบกิจกรรม

ตรวจสอบกับเงื่อนไขครบถ้วนในชิ้นงานต้นแบบ

Empathy Map “จัดโต๊ะให้ครูตี”



ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา

- ครูตีสอน ม.2 และ ม.3
- ช่วงเวลาในการปิดเทอม

ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา

- Note book 15 นิ้ว 1 เครื่อง
- ปากกาไวท์บอร์ด และเครื่องเขียน
- Post it
- เอกสารขนาด A4
- ไม้บัลซา ขนาด 1.5 × 1.5 เมตร

ติกรอบปัญหา

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา

สร้างชิ้นงานเพื่อช่วยครูตีจัดโต๊ะ จากไม้บัลซา 1.5 × 1.5 เมตร ที่ครูตัดดาวให้

My Solution “จัดโต๊ะให้ครูที”

ประเด็นปัญหาหรือความต้องการที่แท้จริงของปัญหา **สร้างชิ้นงานช่วยจัดโต๊ะครูที**

ให้นักเรียนระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ ไม่จำกัดความคิด พร้อมระบุเหตุผลถึงความเป็นไปได้ในแต่ละแนวทางในการแก้ปัญหานั้น แล้วร่วมกันสรุปเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการเลือกอีกครั้ง

- สร้างชิ้นงานเก็บของบนโต๊ะครูที
(ทำได้เลย เนื่องจากมีอุปกรณ์ และต้องทำเพื่อผ่านวิชาชมรม)
- ทิ้งเอกสาร (ทำไม่ได้)

นักเรียนเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาคือ **สร้างชิ้นงานเก็บของบนโต๊ะครูที**
 เพราะ **ทำให้โต๊ะครูทีหายรก และผ่านวิชาชมรม**

About My Solution “จัดโต๊ะให้ครูที”

สร้างชิ้นงานเก็บของบนโต๊ะครูที

แนวทางในการแก้ปัญหา คือ




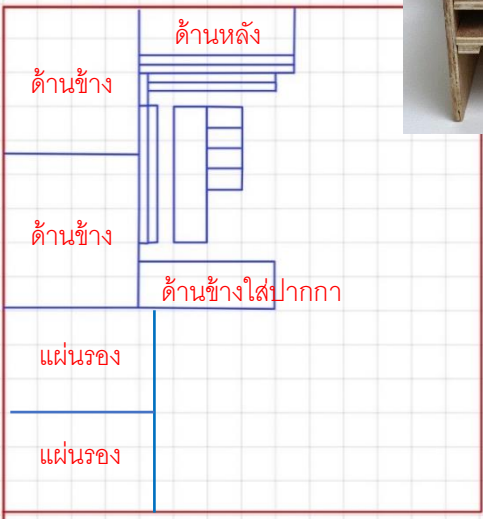
ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านอื่น ๆ และวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมระบุแนวคิดหลักในแต่ละเรื่อง และแหล่งที่มาในการหาความรู้

ความรู้ทาง คณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - การมองทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน - พื้นที่ - การแปลงหน่วย
ความรู้ ด้านอื่น ๆ	<ul style="list-style-type: none"> - ความกว้าง และความยาวของโน้ตบุ๊ก ขนาด 15 นิ้ว - ขนาดของกระดาษ A4 - ความสูงของปากกา
วัสดุ/อุปกรณ์	<ul style="list-style-type: none"> - กระดาษสำหรับออกแบบ - ตะปูกลม - ไม้บัลซา - คัตเตอร์/กรรไกร - กาว เทปกาว

ถูกต้อง	✓	เพียงพอ	✓	ความน่าเชื่อถือ	✓
---------	---	---------	---	-----------------	---


About Prototype “จัดโต๊ะให้ครูที”

ให้นักเรียนระบุเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา และวิธีการในการหาคำตอบ

เงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหา	วิธีคิด
1. ใส่นิตยน์ุคขนาด 15 นิ้ว	 35 ซม. 40 ซม.
2. มีช่องใส่เครื่องเขียน	ช่องใส่เครื่องเขียน 10 เซนติเมตร
3. มีช่องใส่ Post it	Post it ขนาด 7 × 7 ซม.
4. มีช่องใส่เอกสารขนาด A4	ขนาดกระดาษ A4 ประมาณ  21 ซม. 35 ซม.
5. ไม้บัลซาขนาด 1.5 × 1.5 เมตร	
	

Recheck “จัดโต๊ะให้ครูที”

ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ว่าตรงตามเงื่อนไข/ลำดับในการแก้ปัญหาหรือไม่

เงื่อนไข/ ลำดับ	วิธีคิด
1	
2	
3	
4	
5	
	<input checked="" type="checkbox"/> มีช่องใส่โน้ตบุ๊กขนาด 15 นิ้ว ได้
	<input checked="" type="checkbox"/> มีช่องใส่ไวท์บอร์ด และเครื่องเขียนได้
	<input checked="" type="checkbox"/> มีช่องใส่ Post it
	<input checked="" type="checkbox"/> มีช่องใส่กระดาษขนาด A4 ได้



ตรวจสอบคำตอบในใบกิจกรรมกับเงื่อนไข



ตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานต้นแบบกับเงื่อนไข

ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ





แบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน 1

ชื่อ - นามสกุล _____

ชื่อเล่น _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

คำชี้แจง

1. เวลาที่ใช้ในการสอบ 50 นาที
2. ใช้ปากกาสีน้ำเงินหรือดำในการเขียนตอบเท่านั้น
3. เขียนด้วยลายมือที่อ่านง่ายเป็นระเบียบ และตอบคำถามให้ครบถ้วน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน 1



ตาอ่ำ นั่งมองประตูรั้วที่ห่างจากตัวบ้าน เพื่อรอการกลับมาของ ลูกหลานในวันสงกรานต์ หลังสถานการณ์โควิดดีขึ้นร่วม 2 ปี โดยตาอ่ำ เพิ่งทราบข่าวว่า ลูกชายของเขา คือ เจ้าออฟ จะพาลูก ชื่อออฟเตอร์ (หลานตาอ่ำ) อายุประมาณขวบนิด ๆ ที่เพิ่งเดินเป็นและคาดว่าจะต้องชน มากมาหาเขาด้วย

อันลูกชายอีกคนของตาอ่ำ เลยถามว่า “พ่ออ่ำ พ่อนั่งมองอะไรทุกวัน ๆ เนี่ย”

ตาอ่ำตอบกลับว่า “พ่ออยากปูทางเดินจากหน้าประตูไปรั้วหน้าบ้าน เพราะออฟเตอร์มาด้วย ถ้าออฟเตอร์วิ่งพื้นลูกรัง ขรุขระแบบนี้ กลัวจะล้มหัวแตกเองง่าย ๆ อันลองไปถาม ร้านลุงชายที่ว่าปูทางเดินเนี่ย ใช้เงินเท่าไร ขอแบบไม่ลื่นและเอาราคาถูก ๆ นะ”



อัน : สวัสดีครับ ลุงชาย พ่อจะปูทางเดินหน้าบ้าน มีแบบไหนบ้างครับลุง



ลุงชาย : แล้วทางเดินกว้างและยาวเท่าไรละ อัน



อัน : จากตัวบ้านยาวถึงประตูรั้วบ้านยาว 24 เมตร หน้ากว้าง 3 เมตร



ครับ

ลุงชาย : อ่อ... ลองเอาแค็ตตาล็อก (ตั้งหน้าถัดไป) ไปดูก่อนแล้วกันนะ



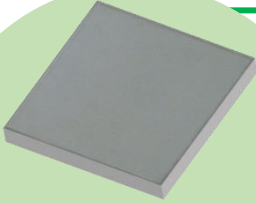
อัน : ได้เลยครับลุง



ลุงชาย : สำหรับอันแล้ว ลุงจะลดค่าช่างปูและค่าช่างตัดให้ 10%

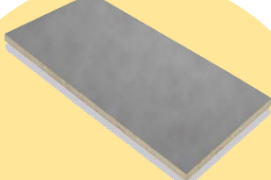


อัน : ขอบคุณครับ




อิฐปูทาง กว้าง x ยาว x หนา
30 x 30 x 5 ซม.
ก้อนละ 10 บาท

เพิ่มค่าช่างปูอิฐ 1 คน
1,000 บาท




อิฐปูทาง กว้าง x ยาว x หนา
40 x 50 x 6 ซม.
ก้อนละ 20 บาท

เพิ่มค่าช่างปูอิฐ 2 คน
รวม 1,500 บาท




กระเบื้องลายหินอ่อน
กว้าง x ยาว x หนา
30 x 30 x 1 ซม.
แผ่นละ 5 บาท

เพิ่มค่าช่างปูอิฐ 1
1,000 บาท

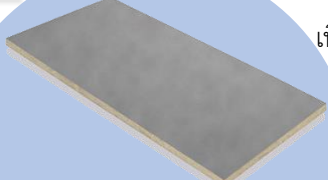


กระเบื้องลายแตก
กว้าง x ยาว x หนา
30 x 30 x 1 ซม.
แผ่นละ 5 บาท



หินถมทาง
1 กระสอบปู้ได้ 50 ตร.ม.
ราคา 45 บาท


ไม่เสียค่าช่างถมทาง




อิฐปูทาง กว้าง x ยาว x หนา
50 x 60 x 7 ซม.
ก้อนละ 30 บาท

เพิ่มค่าช่างปูอิฐ 2 คน
รวม 1,500 บาท

หมายเหตุ หากมีการปรับแต่งขนาด จะคิดค่าช่างตัดเพิ่ม 1,000 บาท

 อ้น : ลุงครับ ทำไมอิฐปูทางความหนาต่างกันครับ

 ลุงชาย : จริง ๆ แล้วปูทางเดินหน้าบ้านใช้ความหนาเพียง 4 เซนติเมตรก็พอ แต่
ยิ่งหนาก็ยิ่งดีนะ ทำให้รับแรงได้มากขึ้นด้วย

อ้นจะเลือกปูทางเท้าแบบใดที่ตรงตามความต้องการของพ่อและคุ้มค่าที่สุดด้วยราคาเท่าใด

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด

<p>ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือ สิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	
<p>ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไข หรือมีความสำคัญ หรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	
<p>ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา</p>	
<p>ระบุส่วนที่เป็นปัญหา หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	

ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ

ระบุแผนการดำเนินการ.....

ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ	ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>


พิจารณาข้อมูล

ด้านความถูกต้องของข้อมูล

ด้านความเพียงพอของข้อมูล

ระบุเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางข้างต้น

.....

ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก	ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์
แสดงการคำนวณ	ตรวจสอบผลลัพธ์
	

ตอบ

.....

.....

.....

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

(ตัวอย่างผลเฉลย)

ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด

<p>ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือ สิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อมูลของหินถมทาง - ข้อมูลของกระเบื้องลายหินอ่อนและกระเบื้องลายแตก - ค่าช่างตัด 1,000 บาท
<p>ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไข หรือมีความสำคัญ หรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> - จากตัวบ้านยาวถึงประตูรั้วบ้านยาว 24 เมตร หน้ากว้าง 3 เมตร -  ขนาด 30 × 30 × 5 เซนติเมตร ก้อนละ 10 บาท ค่าช่างปู 1,000 บาท -  ขนาด 40 × 50 × 6 เซนติเมตร ก้อนละ 20 บาท ค่าช่างปู 1,500 บาท -  ขนาด 50 × 60 × 7 เซนติเมตร ก้อนละ 30 บาท ค่าช่างปู 1,500 บาท - ลดค่าช่างปู 10%
<p>ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา</p> <p>ตามาต้องการปูทางเท้าให้เรียบเพื่อให้อาฟเตอร์มาวิ่งแล้วไม่ลื่น ไม่หกหล่มง่าย และราคาถูกที่สุด</p>	
<p>ระบุส่วนที่เป็นปัญหา หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - เลือกปูอิฐทางหน้าบ้านแบบไหน - ใช้อิฐทางเท้ากี่ก้อน - เสียค่าใช้จ่ายทั้งหมดเท่าใด

ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ

ระบุแผนการดำเนินการ..... **คำนวณอิฐแต่ละแบบแล้วหาผลต่าง**

ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ	ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
1. แปลงหน่วยขนาดทางเดินหน้าบ้าน	การแปลงหน่วย
2. หาพื้นที่ทางเดินหน้าบ้าน	พื้นที่ของรูปเรขาคณิต / พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
3. หาพื้นที่ของอิฐปูทางแต่ละแบบ	พื้นที่ของรูปเรขาคณิต / พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
4. หาจำนวนอิฐที่ใช้ของอิฐปูทางแต่ละแบบ	การหาร
5. คำนวณราคาอิฐปูทางแต่ละแบบ	การคูณ
6. คำนวณค่าแรง	เปอร์เซ็นต์
7. คำนวณราคาอิฐรวมกับค่าแรง	การบวก
.....
.....
.....
.....

พิจารณาข้อมูล



ด้านความถูกต้องของข้อมูล



ด้านความเพียงพอของข้อมูล

ระบุเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางข้างต้น

..... **สามารถคำนวณเป็นลำดับขั้นตอนและเห็นคำตอบหรือผลลัพธ์ได้**

ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก	ด้านการตรวจสอบ และปรับปรุงผลลัพธ์
แสดงการคำนวณ	ตรวจสอบผลลัพธ์
<p>1. 1 เมตร = 100 เซนติเมตร เพราะฉะนั้น 3 เมตร = 300 เซนติเมตร และ 24 เมตร = 2400 เซนติเมตร</p>	
<p>2. พื้นที่หน้าบ้าน = กว้าง × ยาว = 300 × 2400 = 720000 ตร.ซม.</p>	$\frac{720000}{2400} = 300$
<p>3.1 พื้นที่อิฐปูทางขนาด 30 × 30 = 900 ตร.ซม. 3.2 พื้นที่อิฐปูทางขนาด 40 × 50 = 2000 ตร.ซม. 3.3 พื้นที่อิฐปูทางขนาด 50 × 60 = 3000 ตร.ซม.</p>	
<p>4.1 ใช้อิฐปูทางขนาด 30 × 30 = $\frac{720000}{900} = 800$ ก้อน 4.2 ใช้อิฐปูทางขนาด 40 × 50 = $\frac{720000}{2000} = 360$ ก้อน 4.3 ใช้อิฐปูทางขนาด 50 × 60 = $\frac{720000}{3000} = 240$ ก้อน</p>	<p>800 × 900 = 720000 360 × 2000 = 720000 240 × 3000 = 720000</p>
<p>5.1 ราคาอิฐปูทางขนาด 30 × 30 = 800 × 10 = 8000 บาท 5.2 ราคาอิฐปูทางขนาด 40 × 50 = 360 × 20 = 7200 บาท 5.3 ราคาอิฐปูทางขนาด 50 × 60 = 240 × 30 = 7200 บาท</p>	$\frac{8000}{10} = 800$ $\frac{7200}{20} = 360$ $\frac{7200}{30} = 240$
<p>6.1 ค่าช่างปูอิฐขนาด 30 × 30 = 1000 - 10% = 900 บาท 6.2 ค่าช่างปูอิฐขนาด 40 × 50 = 1500 - 10% = 1350 บาท 6.3 ค่าช่างปูอิฐขนาด 50 × 60 = 1500 - 10% = 1350 บาท</p>	<p>900 + (1000)10% = 1000 1350 + (1500)10% = 1500 1350 + (1500)10% = 1500</p>
<p>7.1 ค่าช่างปูอิฐขนาด 30 × 30 = 8000 + 900 = 8900 บาท 7.2 ค่าช่างปูอิฐขนาด 40 × 50 = 7250 + 1350 = 8550 บาท 7.3 ค่าช่างปูอิฐขนาด 50 × 60 = 7200 + 1350 = 8550 บาท</p>	<p>(800 × 10) + 900 = 8900 (360 × 20) + 1350 = 8550 (240 × 30) + 1350 = 8550</p>

ตอบ

อันจะให้ทำอำเภอเลือกปูทางเท้าขนาด 50 × 60 × 7 เซนติเมตร

โดยใช้อิฐปูทางจำนวน 240 และเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมด 8,550 บาท



แบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน 1

ชื่อ - นามสกุล _____

ชื่อเล่น _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

คำชี้แจง

1. เวลาที่ใช้ในการสอบ 50 นาที
2. ใช้ปากกาสีน้ำเงิน ดำ หรือดินสอในการเขียนตอบเท่านั้น
3. เขียนด้วยลายมือที่อ่านง่ายเป็นระเบียบ และตอบคำถามให้ครบถ้วน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน 1



ไฮดี้ : ฮัลโหล ชาลอท ตอนนี้เราอยู่ SENAFEST ห้างแถวบ้านเธออะ

- ชาลอท : อ้าว...เธอมาทำอะไรแถวนี้ ฉันก็กำลังจะไปซื้อขนมใหม่ๆอยู่พอดี



ไฮดี้ : ฉันมาซื้อกระเป๋าแบรนด์เนมให้ชาติชายแฟนเรา เป็นของขวัญวันรับปริญญาในวันพรุ่งนี้นะ ถ้าเธอจะมาอยู่แล้วก็ดีนะ ออกมาช่วยฉันเลือกกระเป๋าหน่อย

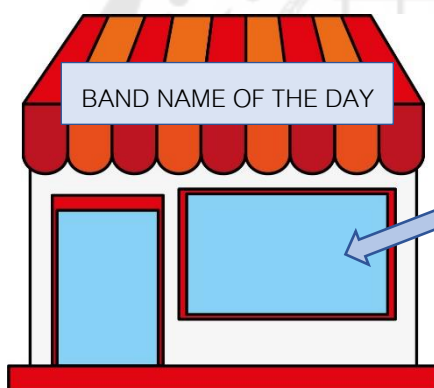
“15 นาทีต่อมา ณ SENAFEST ชั้น 2 โซนของใช้แบรนด์เนม”

- ชาลอท : เธออยากได้แบรนด์อะไร รุ่นไหนหรอ



ไฮดี้ : เรื่องแบรนด์เราไม่ติดใจนะ แต่เราอยากได้สีดำ ที่สามารถสะพายข้าง (Crossbody) ได้ และสามารถถือได้ด้วย

“ไฮดี้ และ ชาลอท เดินไปร้าน Band Name of the Day โดยหน้าร้านติดป้ายลดราคา ดังนี้”



Hermes, Chanel, Dior ลด 30%

Louis Vuitton, Prada, Celine ลด 20%

Gucci, Balenciaga ลด 25%

จากราคาสินค้าตามป้าย

- พนักงาน : สวัสดีค่ะ Band Name of the Day วันนี้ทางร้านจะขายเฉพาะ Louis Vuitton ค่ะ เชิญชมสินค้าด้านในได้เลยค่ะ (รายการสินค้าดังหน้าถัดไป)
- พนักงาน : ตอนนี้ ทางร้านมีบริการทำกล่องสำหรับใส่กระเป๋าของคุณลูกค้าค่ะ พร้อมสลักชื่อบนหน้ากล่องให้ฟรีด้วยค่ะ โดยขนาดของกล่องจะเพิ่มจากขนาดกระเป๋า $\text{Length} \times \text{Height} \times \text{Width}$ ด้านละ 5 เซนติเมตร และมีราคาตามปริมาตรกล่องดังนี้ ค่ะ (ราคากล่องดังหน้าถัดไป)
- ชาลอท : แกจะเอาด้วยไหม



ไฮดี้ : เอานะเธอ มีกล่องก็จะดูดี ไม่ต้องห่อ และก็ดูพิเศษขึ้นด้วย

จากเหตุการณ์ข้างต้น ไฮดี้จะเลือกสินค้าชิ้นใดที่คุ้มค่าและตรงตามความต้องการมากที่สุด

1



MARELLE
฿10,750
Length × Height × Width
25 × 15 × 8 cm
- รวมหูจับกระเป๋า 37 ซม.
- สามารถพับหูจับกระเป๋าได้
- สามารถถอดสายสะพายได้

2



HANDLE SOFT TRUNK
฿29,000
Length × Height × Width
21 × 15 × 7 cm
- รวมหูจับกระเป๋า 25 ซม.
- สายสะพายยาวถึง 58 ซม.
- สามารถถอดสายสะพายได้

3



SAUMUR BACKPACK
฿30,700
Length × Height × Width
27 × 42 × 13 cm
- รวมหูจับกระเป๋า 50 ซม.

4



VERTICAL TOTE
฿14,700
Length × Height × Width
42 × 47 × 16 cm
- รวมหูจับกระเป๋า 52 ซม.
- สามารถพับหูจับกระเป๋าได้
- สามารถถอดสายสะพายได้

5



SAC PLAT CROSS
฿17,000
Length × Height × Width
26 × 28 × 6 cm
- รวมหูจับกระเป๋า 38.2 ซม.
- สามารถพับหูจับกระเป๋าได้
- สามารถถอดสายสะพายได้

6



SAUMUR TOTE
฿15,300
Length × Height × Width
48 × 47 × 23 cm
- รวมหูจับกระเป๋า 52 ซม.
- สามารถพับหูจับกระเป๋าได้
- สามารถถอดสายสะพายได้

7



S-LOCK VERTICAL WEARABLE WALLET
฿9,000
Length × Height × Width
12 × 19 × 7 cm
- สายสะพายยาวถึง 63 ซม.
- สามารถถอดสายสะพายได้

8



2054 EXPANDABLE POCHON
฿29,000
Length × Height × Width
12 × 14 × 12 cm
- สายสะพายยาวถึง 58 ซม.
- สามารถถอดสายสะพายได้

9



SAUMUR MESSENGER
฿18,750
Length × Height × Width
30 × 23 × 11 cm
- สายสะพายยาวถึง 68 ซม.
- สามารถถอดสายสะพายได้

น้อยกว่า 10,000 ลบ.ซม. ค่ากล่อง 1,000 บาท
10,000-15,000 ลบ.ซม. ค่ากล่อง 1,500 บาท
15,000-20,000 ลบ.ซม. ค่ากล่อง 2,000 บาท
20,000-30,000 ลบ.ซม. ค่ากล่อง 2,800 บาท
30,000-40,000 ลบ.ซม. ค่ากล่อง 3,500 บาท
มากกว่า 40,000 ลบ.ซม. ค่ากล่อง 4,000 บาท

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

(ตัวอย่างผลเฉลย)

ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด

<p>ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือ สิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hermes, Chanel, Dior ลด 30% จากราคาตามป้าย - Prada, Celine ลด 20% จากราคาตามป้าย - Balenciaga ลด 25% จากราคาตามป้าย - กระเป๋าใบที่ 1 และ 2 เพราะเป็นกระเป๋าผู้หญิง และไม่ใช่สีดำ - กระเป๋าใบที่ 3 เพราะเป็นเบ้ - กระเป๋าใบที่ 7-9 เพราะไม่สามารถถือได้
<p>ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไข หรือมีความสำคัญ หรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Louis Vuitton ลด 20% จากราคาตามป้าย - ทำกล่องสำหรับใส่กระเป๋าโดยขนาดกล่องจะเพิ่มจากขนาดกระเป๋า Length × Height × Width ด้านละ 5 ซม. - ราคาตามปริมาตรกล่อง - กระเป๋าใบที่ 4 รุ่น VERTICAL TOTE - กระเป๋าใบที่ 5 รุ่น SAC PLAT CROSS - กระเป๋าใบที่ 6 รุ่น SAUMUR TOTE
<p>ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา</p> <p style="text-align: center;">ไฮดีต้องการซื้อกระเป๋าสีดำ สะพายข้างได้ และถือได้</p> <p style="text-align: center;">พร้อมกล่องใส่กระเป๋าให้แฟนเป็นของขวัญวันรับปริญญา</p>	
<p>ระบุส่วนที่เป็นปัญหา หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - รุ่นของกระเป๋าที่จะซื้อ - กระเป๋าที่ซื้อราคาเท่าไร - ค่ากล่องใส่กระเป๋า - เงินที่เสียทั้งหมดในการซื้อ

ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ

ระบุแผนการดำเนินการ..... **หาคาคากระเป๋ า ปริมาตรกล่อง แล้วเปรียบเทียบ**

ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ	ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
1.1 หาคาคากระเป๋ าใบที่ 4	เปอร์เซ็นต์หรือร้อยละและ การบวก
1.2 หาคาคากระเป๋ าใบที่ 5	
1.3 หาคาคากระเป๋ าใบที่ 6	
2.1 หาปริมาตรของกล่องใ้กระเป๋ าใบที่ 4	การบวกและ ปริมาตร
2.2 หาปริมาตรของกล่องใ้กระเป๋ าใบที่ 5	
2.3 หาปริมาตรของกล่องใ้กระเป๋ าใบที่ 6	
3.1 รวมหาคาคากระเป๋ าใบที่ 4 และค่ากล่อง	การบวก
3.2 รวมหาคาคากระเป๋ าใบที่ 5 และค่ากล่อง	
3.3 รวมหาคาคากระเป๋ าใบที่ 6 และค่ากล่อง	

พิจารณาข้อมูล



ด้านความถูกต้องของข้อมูล



ด้านความเพียงพอของข้อมูล

ระบุเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางข้างต้น

..... **สามารถคำนวณและนำมาเปรียบเทียบเพื่อเห็นคำตอบหรือผลลัพธ์ได้**

ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก	ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์
แสดงการคำนวณ	ตรวจสอบผลลัพธ์
1.1 $14700 - \left(\frac{20}{100} \times 14700\right)$ $= 14700 - 2940 = 11760$ บาท	$11760 + \left(\frac{20}{100} \times 14700\right)$ $= 11760 + 2940 = 14700$
1.2 $17000 - \left(\frac{20}{100} \times 17000\right)$ $= 17000 - 3400 = 13600$ บาท	$13600 + \left(\frac{20}{100} \times 17000\right)$ $= 13600 + 3400 = 17000$
1.3 $15300 - \left(\frac{20}{100} \times 15300\right)$ $= 15300 - 3060 = 12240$ บาท	$12240 + \left(\frac{20}{100} \times 15300\right)$ $= 12240 + 3060 = 15300$
2.1 $47 \times 52 \times 21 = 51324$ ลบ.ซม. ค่ากล่อง 4000 บาท	
2.2 $31 \times 33 \times 11 = 11253$ ลบ.ซม. ค่ากล่อง 1500 บาท	
2.3 $53 \times 52 \times 28 = 77168$ ลบ.ซม. ค่ากล่อง 4000 บาท	
3.1 $11760 + 4000 = 15760$ บาท	$15360 - 4000 = 11760$
3.2 $13600 + 1500 = 15100$ บาท	$15100 - 1500 = 13600$
3.3 $12240 + 4000 = 16240$ บาท	$16240 - 4000 = 12240$

ตอบ

ไฮด์เลือกซื้อกระเป๋า รุ่น SAC PLAT CROSS ด้วยราคา 13,600 บาท

และรวมค่ากล่องราคา 1,500 บาท รวมเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมด 15,100 บาท



แบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน 1

ชื่อ - นามสกุล _____

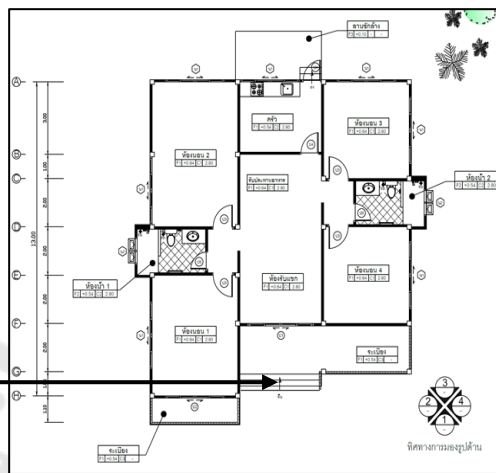
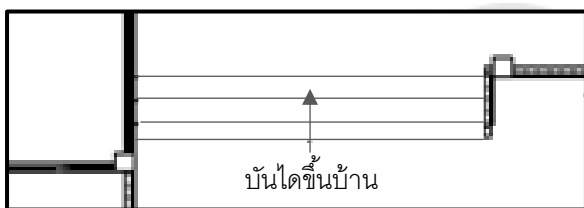
ชื่อเล่น _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

คำชี้แจง

1. เวลาที่ใช้ในการสอบ 50 นาที
2. ใช้ปากกาสีน้ำเงิน ดำ หรือดินสอในการเขียนตอบเท่านั้น
3. เขียนด้วยลายมือที่อ่านง่ายเป็นระเบียบ และตอบคำถามให้ครบถ้วน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน 1

แม่หญิงถือกระดาษแปลนบ้านชั้นเดียวของเธอ ที่มีขนาด 4 ห้องนอน 2 ห้องน้ำ มากางที่โต๊ะ พร้อมเรียก เรเน่ ลูกสาวของเธอให้มาหา แม่ชี้ไปตรงบันไดก่อนขึ้นบ้านว่าต้องการ ปูกระเบื้องตรงหน้าบันไดก่อนขึ้นบ้าน 2 ชั้น ตรงนี้



เรเน่ งงว่าแม่จะเอาแปลนบ้านมากางเพื่ออะไร พร้อมจูงมือแม่ไปดูของจริงหน้าบ้าน



เรเน่ ชี้ไปตรงหน้าบันได สีขาว พร้อมถามว่า

“แม่ต้องการปูลายกระเบื้องตรงนี้ใช่ไหมคะ”

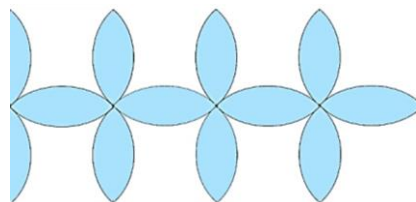
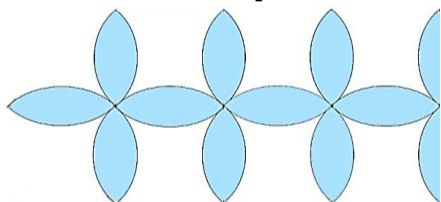
แม่ : ใช่ ๆ แม่ต้องการปูตรงนี้แหละ เพราะแม่ไปดูดวงมา หมอดูบอกว่ ถ้าปูกระเบื้องลายดอกไม้สีฟ้าตรงชั้นบันได จะทำให้บ้านของเรามีความร่มรื่น คนในบ้านก็จะอยู่เย็นเป็นสุข



เรเน่ : เข้าใจได้ค่ะแม่ หนูว่าปูกี้ได้ ลองทำตามหมอดูของแม่ก็ไม่เสียหายอะไร เป็นปูนเปลือยแบบนี้

มันดูโล่งไป แต่ถ้าดอกไม้อะไร ๆ หนูไม่เอานะคะ

- แม่ : โอเค แม่คิดลายไว้แล้ว แม่ต้องการลายดอกไม้เรียบ ๆ (ดังรูป) ไปเรื่อย ๆ จนเต็มหน้าบันได เราลองไปดูกระเบื้องที่ร้านลุงชาติแล้วกัน ว่ามีตามที่แม่ต้องการหรือเปล่า



ณ ร้านลุงชาติ




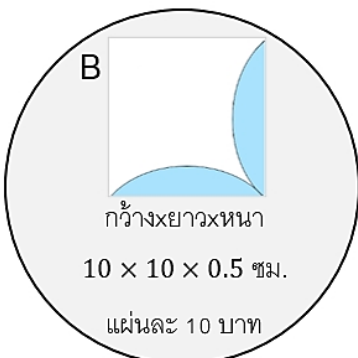

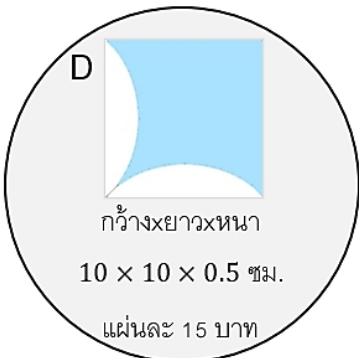


เรเน่ : สวัสดีค่ะลุงชาติ หนูมาซื้อกระเบื้องปูหน้าบ้านได้ค่ะ

- ลุงชาติ : แล้วบ้านได้บ้านหนูกว้าง ยาว เท่าไรละลูก



เรเน่ : กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 1.5 เมตร ค่ะ

- ลุงชาติ : หนูลองเอาลายไปดูนะว่าต้องการแบบไหน พร้อมยื่นรายละเอียดกระเบื้องสีฟ้าให้

 <p>A</p> <p>กว้างxยาวxหนา 10 × 10 × 0.5 ซม. แผ่นละ 10 บาท</p>	 <p>B</p> <p>กว้างxยาวxหนา 10 × 10 × 0.5 ซม. แผ่นละ 10 บาท</p>	 <p>C</p> <p>กว้างxยาวxหนา 10 × 10 × 0.5 ซม. แผ่นละ 10 บาท</p>
 <p>D</p> <p>กว้างxยาวxหนา 10 × 10 × 0.5 ซม. แผ่นละ 15 บาท</p>	 <p>E</p> <p>กว้างxยาวxหนา 10 × 10 × 0.5 ซม. แผ่นละ 10 บาท</p>	 <p>F</p> <p>กว้างxยาวxหนา 10 × 10 × 0.5 ซม. แผ่นละ 15 บาท</p>

- ลุงชาติ : หนูมาหาถุงทั้งที่ ลูกให้ไปโรมันชั่น ซื่อ 5 แผ่น แถมฟรี 1 แผ่น ที่ราคาเท่ากันให้หนูนะ



เรเน่ : ขอขอบคุณค่ะลุง

เรเน่ จะเลือกปูกระเบื้องหน้าบ้านได้แบบใดที่ตรงตามความต้องการของแม่และคุ้มค่าที่สุดด้วยราคาเท่าไร

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ

(ตัวอย่างผลเฉลย)

ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหาอย่างละเอียด

<p>ระบุสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องหรือ สิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> - กระดาษแปลนบ้าน - การไปดูดวง - กระเบื้องลาย D E และ F
<p>ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไข หรือมีความสำคัญ หรือสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> - กระเบื้องลายดอกไม้สีฟ้า - กระเบื้องลาย A B และ C ขนาด $10 \times 10 \times 0.5$ ซม. ราคาแผ่นละ 10 บาท - ซี้อกระเบื้อง 5 แผ่น แกรมฟรี 1 แผ่น - หน้าบันใด กว้าง 20 ซม. และยาว 150 ซม.
<p>ระบุความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา</p> <p>แม่และเรเน่ต้องการปูกระเบื้องลายดอกไม้สีฟ้าหน้าบันใด 2 ชั้น</p>	
<p>ระบุส่วนที่เป็นปัญหา หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้กระเบื้องลายใดบ้าง - ใช้กระเบื้องทั้งหมดกี่แผ่น - ซี้อกระเบื้องทั้งหมดกี่แผ่น และจะแถมฟรีกี่แผ่น - เสียเงินทั้งหมดเท่าไร

ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูลและเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ

ระบุแผนการดำเนินการ..... **วาดรูป วางลาย และคำนวณเงิน**

ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับ	ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา
1. แปลงหน่วยจากเมตรเป็นเซนติเมตร	การแปลงหน่วย
2. วาดรูปหน้าบ้านได้	พื้นที่
3. เลือกกระเบื้องและวางลาย	มุมมองและการหมุนจัตุรัส
4. คำนวณจำนวนกระเบื้องที่วางหน้าบ้านได้ทั้งสองชั้น	การบวกและการคูณ
5. คำนวณกระเบื้องที่ต้องซื้อ	การบวก
6. คำนวณค่าใช้จ่าย	การคูณ

พิจารณาข้อมูล




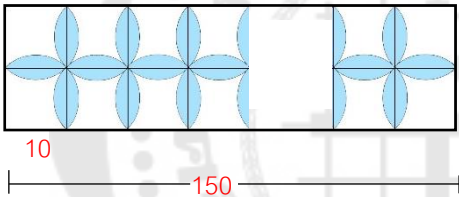
ด้านความถูกต้องของข้อมูล



ด้านความเพียงพอของข้อมูล


ระบุเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางข้างต้น

ต้องหมุนลายกระเบื้อง การวาดรูปน่าจะมีความเหมาะสมในการหาผลลัพธ์ที่สุด

ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ตามแนวทางที่ตัดสินใจเลือก	ด้านการตรวจสอบและปรับปรุงผลลัพธ์
แสดงการคำนวณ	ตรวจสอบผลลัพธ์
<p>1. 1 เมตร = 100 เซนติเมตร เพราะฉะนั้น 1.5 เมตร = 150 เซนติเมตร</p>	$1.5 \times 100 = 150$
<p>2. </p> <p>20 ซม. 150 ซม.</p>	
<p>3. </p> <p>10 10 10 150</p>	
<p>4. ใช้กระเบื้องลาย B จำนวน 2 แผ่น ต่อชั้น ใช้กระเบื้องลาย C จำนวน 2 แผ่น ต่อชั้น ใช้กระเบื้องลาย A จำนวน 13 แผ่น ต่อชั้น จะใช้กระเบื้องทั้งหมด 30 แผ่น ต่อชั้น เพราะฉะนั้นจะใช้ทั้งหมด 60 แผ่น ต่อสองชั้น</p>	$\frac{30}{2} = 15$ $\frac{60}{2} = 30$
<p>5. ซื้อ 5 ฟรี 1 ซื้อ 10 ฟรี 2 ... ซื้อ 50 ฟรี 10 รวม 60 แผ่น</p>	<p>ซื้อกระเบื้อง 50 แผ่น แผ่นละ 10 บาท $50 + 10 = 60$ แผ่น</p>
<p>6. ซื้อกระเบื้อง 50 แผ่น แผ่นละ 10 บาท $50 \times 10 = 500$ บาท</p>	$\frac{500}{10} = 50$

ตอบ

เราต้องใช้กระเบื้องลาย B จำนวน 4 แผ่น ลาย C จำนวน 4 แผ่น และลาย A จำนวน 52 แผ่น
แต่เราต้องใช้กระเบื้องทั้งหมด 50 แผ่น โดยเสียค่าซื้อทั้งหมด 500 บาท



ภาคผนวก จ แบบสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

**แบบสัมภาษณ์บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน**

คำชี้แจง

1. แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนเป้าหมาย
2. แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่
 - ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์หรือนักเรียนเป้าหมาย
 - ส่วนที่ 2 ข้อคำถามในการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 4 ด้าน ของนักเรียน
3. ลักษณะการสัมภาษณ์เป็นการสัมภาษณ์รายบุคคล
4. ผู้วิจัยทำการบันทึกบทสนทนาระหว่างสัมภาษณ์ โดยบอกผู้ให้สัมภาษณ์ล่วงหน้าทุกครั้ง

ส่วนที่ 1

ชื่อนักเรียน นามแฝง.....

วันที่ เวลา..... สถานที่.....

ประเภทของนักเรียนเป้าหมาย

นักเรียนที่มีผลต่างมากที่สุดของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี
วิจารณญาณก่อนเรียนกับหลังเรียน

นักเรียนที่มีผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ก่อนเรียนกับระหว่างเรียน มากกว่า ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง
มีวิจารณญาณระหว่างเรียนกับหลังเรียน

นักเรียนที่มีผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ก่อนเรียนกับระหว่างเรียน น้อยกว่า ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง
มีวิจารณญาณระหว่างเรียนกับหลังเรียน

นักเรียนที่มีผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ก่อนเรียนกับระหว่างเรียน เท่ากับ ผลต่างของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี
วิจารณญาณระหว่างเรียนกับหลังเรียน

นักเรียนที่มีผลต่างน้อยสุดของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี
วิจารณญาณก่อนเรียนกับหลังเรียน

ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate)	
ข้อคำถาม	คำตอบนักเรียน
3.1 เมื่อนักเรียนสรุปได้แล้วว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไรและมีเงื่อนไขอะไรบ้างที่ต้องการใช้แล้ว นักเรียนทำอะไรต่อ	
3.2 นักเรียนคิดว่า คำพูด “มันจะเป็นไปได้ไหม ถ้าเราจะ...” ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดค้นแนวทางในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น หรือไม่ อย่างไร	
3.3 การทำกิจกรรมกลุ่ม หรือ การทำกิจกรรมเดี่ยว ส่งผลให้นักเรียนคิดค้นแนวทางได้มากกว่ากัน เพราะเหตุใด	
3.4 เมื่อนักเรียนคิดค้นแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายแล้ว นักเรียนมีวิธีการเลือกแนวทางที่จะใช้อย่างไร	
3.5 นักเรียนสามารถลงมือแก้ปัญหาในใบกิจกรรมและสร้างชิ้นงานต้นแบบหลังจากได้แนวทางในการแก้ปัญหาเลยหรือไม่ อย่างไร	
3.6 ถ้าไม่สามารถลงมือแก้ปัญหาได้ นักเรียนทำอย่างไรต่อเพื่อให้แก้ปัญหาได้	
3.7 นักเรียนทราบได้อย่างไรว่า ข้อมูลที่ค้นหานั้นเพียงพอ ถูกต้อง หรือน่าเชื่อถือ	

ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype)	
ข้อคำถาม	คำตอบนักเรียน
4.1 เมื่อนักเรียนได้แนวทางในการแก้ปัญหา และได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนลงมือทำอะไร	
4.2 นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่หาเพิ่มเติมหรือไม่ อย่างไร	
4.3 ถ้าหาข้อมูลไม่เพียงพอ นักเรียนทำอย่างไรต่อ	4.3 เมื่อข้อมูลเพิ่มเติม
4.4 ใบกิจกรรมตารางที่ ฝั่งซ้าย เป็นการระบุเงื่อนไข และแสดงวิธีทำในช่องขวา ช่วยให้นักเรียนแสดงคำตอบและสร้างชิ้นงานต้นแบบได้ดีขึ้นหรือไม่ อย่างไร	ชิ้นงานที่นักเรียนได้ทำออกมา
ขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test)	
ข้อคำถาม	คำตอบนักเรียน
5.1 นักเรียนคิดว่า การตรวจสอบมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหาหรือไม่ อย่างไร	5.1 การตรวจสอบมีความสำคัญเนื่องจาก
5.2 แล้วในรอบแรก นักเรียนได้ชิ้นงานต้นแบบออกมาอย่างสมบูรณ์เลยหรือไม่ หากชิ้นงานต้นแบบออกมาไม่สมบูรณ์ นักเรียนทำอย่างไร พร้อมยกตัวอย่าง	5.2 ในรอบแรกนักเรียนได้ชิ้นงานต้นแบบออกมาอย่างสมบูรณ์เลยหรือไม่ หากชิ้นงานต้นแบบออกมาไม่สมบูรณ์นักเรียนทำอย่างไร พร้อมยกตัวอย่าง



ภาคผนวก จ. รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่ เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่มจำนวน 4 แผน สลับกับกิจกรรมรายบุคคลจำนวน 4 แผน เครื่องมือสำหรับการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน แบบทดสอบละ 2 ข้อ และเครื่องมือสำหรับการศึกษาบทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน มีรายชื่อดังต่อไปนี้

- 1) รองศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทร์ธา
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณภร ศิริพละ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
- 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา เสี่ยมสุนทร
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- 4) ดร.สุทัศน์ รวงรอง
ผู้ก่อตั้งและประธานเจ้าหน้าที่บริหาร บริษัท ดูนไทย จำกัด
- 5) ครู พัชรภรณ์ ขวัญพิกุล
ครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนรุ่งอรุณ

ประวัติผู้เขียน

