



กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัว
แบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

INSTRUCTIONAL ACTIVITIES ENHANCING THE ABILITY TO SOLVE REAL WORLD
SITUATIONS USING MATHEMATICAL MODELS FOR MATHAYOMSUKSA SIX
STUDENTS

วรพชร วงษ์ประทีป

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหสถานการณ์จริงโดยใช้ตัว
แบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

INSTRUCTIONAL ACTIVITIES ENHANCING THE ABILITY TO SOLVE REAL WORLD
SITUATIONS USING MATHEMATICAL MODELS FOR MATHAYOMSUKSA SIX
STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Mathematics)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ของ

วรพชร วงษ์ประทีป

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์)

ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด)

ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ ดร.เสริมศรี ไทยแท้)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศุทธวรรณศรีภิรมย์ สิรินิลกุล)

ชื่อเรื่อง	กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย	วรพชร วงษ์ประทีป
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. เสริมศรี ไทยแท้

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการ
แก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน
ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
จำนวน 20 คน โดยมีนักเรียน 4 คน เป็นนักเรียนเป้าหมายเพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมใน
การแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ทำวิจัย คือ
เรื่องฟังก์ชัน ที่ไม่เกินความรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย แผนการ
จัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดย
ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า (1)
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิง
คณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ
.01 และ (2) เมื่อมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริงผ่านกระบวนการ
สืบสวนสอบสวน การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้ตัวแบบเชิง
คณิตศาสตร์และความรู้เรื่องฟังก์ชันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแปลความหมาย
ของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องพร้อมทั้ง
อธิบายได้ชัดเจนมากขึ้น

คำสำคัญ : กิจกรรมการเรียนรู้การสอน, การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, สถานการณ์จริง, ตัวแบบ
เชิงคณิตศาสตร์

Title	INSTRUCTIONAL ACTIVITIES ENHANCING THE ABILITY TO SOLVE REAL WORLD SITUATIONS USING MATHEMATICAL MODELS FOR MATHAYOMSUKSA SIX STUDENTS
Author	WORRAPHOTCHARA WONGPRATHEEP
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Lect. Dr. Rungfa Janjaruporn
Co Advisor	Lect. Dr. Sermsri Thaitae

The purpose of the research is to study the effects of the abilities and performances of the students in applying a mathematical model to solve real world situations. The participants included 20 Matthayomsuksa Six students. Then, four of the participants were randomly chosen as target students for a case study. The research content was a function of school mathematics at the Matthayomsuksa Six level. The research instruments included twelve lesson plans, tests on problem-solving which used mathematical models, behavioral observation and interview forms. The results of the study were as follows: (1) more than 60% of the students studying mathematics had the ability to apply a mathematical model to solve real world situations at a statistically significant level of .01; (2) students who had experiences on instructional activities could develop their ability in understanding a real world situation via the inquiry process, apply real world situations to mathematical problems, adapt and apply a mathematical model and functional knowledge to solve the mathematical problems and interpret answers to the real world situation.

Keyword : Instructional activities, Mathematical problem-solving, Real world situations, Mathematical models

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ได้ด้วยความเมตตาอย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ ดร. รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ อาจารย์ ดร. เสริมศรี ไทยแท้ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความกรุณาดูแลเอาใจใส่ ให้คำปรึกษาและแนวทางที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องในการทำปริญญาานิพนธ์นี้จนมีความสมบูรณ์ พร้อมทั้งให้ประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงชัย อักษรจิต และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิศุทธวรรณ ศรีภิรมณ์ สิรินิลกุล ที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบปากเปล่า รวมทั้งคณาจารย์สาขา คณิตศาสตร์ทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณทุนโครงการ 70 ปี 70 ทุน มศว คีนส์สังคม ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในการสนับสนุนค่าธรรมเนียมการศึกษาตลอดหลักสูตรเป็นระยะเวลา 2 ปี รวมถึงเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการช่วยเหลือติดตามเอกสารต่าง ๆ ของทางมหาวิทยาลัย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้ความรัก ความห่วงใย เป็นทั้งกำลังใจและกำลังใจทรัพย์สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด อีกทั้งขอขอบคุณทุก ๆ คนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายอันเกิดจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณบิดา มารดา ตลอดจนครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

วรพชร วงษ์ประทีป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	6
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	6
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	7
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	7
ตัวแปรที่ศึกษา.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
สมมติฐานของการวิจัย.....	10
กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	13

1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	13
1.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	15
1.3 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	18
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	23
2.1 ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	23
2.2 ประเภทของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	30
2.3 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	32
ตอนที่ 3 แนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาโดย ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์.....	56
3.1 แนวการจัดการเรียนรู้การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Approach)	57
3.2 แนวการจัดการเรียนรู้การสอนผ่านการแก้ปัญหา.....	63
ตอนที่ 4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	82
4.1 งานวิจัยต่างประเทศ.....	82
4.2 งานวิจัยในประเทศ.....	83
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	87
1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	87
2. การกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการ แก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	88
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	98
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	104
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	106

ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	106
1.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	106
1.2 การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย.....	107
ตอนที่ 2 พฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์.....	108
2.1 พฤติกรรมด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง.....	110
2.2 พฤติกรรมด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	148
2.3 พฤติกรรมด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	159
2.4 พฤติกรรมด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบ ของสถานการณ์จริง.....	172
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	176
ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป.....	176
สรุปและอภิปรายผล.....	179
ข้อเสนอแนะ.....	182
บรรณานุกรม.....	184
ภาคผนวก.....	195
ภาคผนวก ก การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	196
ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย และการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย.....	201
ภาคผนวก ค ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้.....	204
ภาคผนวก ง ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์.....	366
ภาคผนวก จ แบบสังเกตพฤติกรรมแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	399

ภาคผนวก ฉ แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์.....	402
ภาคผนวก ช รายงานผู้เชี่ยวชาญ.....	404
ประวัติผู้เขียน.....	406



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์	77
ตาราง 2 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของเดเด และ กลูเซด	79
ตาราง 3 รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละคาบ	92
ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	99
ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนไปกิจกรรมในชั้นเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง	107
ตาราง 6 ผลของการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย.....	108
ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์.....	198
ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์.....	198
ตาราง 9 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์.....	200
ตาราง 10 คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์.....	202

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กระบวนการแก้ปัญหาของวิลสันและคณะ	17
ภาพประกอบ 2 ประเภทของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของอิงลิช	30
ภาพประกอบ 3 ประเภทของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ จีออร์ดาโน ฟอกซ์ และฮอร์ดัน	32
ภาพประกอบ 4 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของสเวทซ์และฮาร์ทเลอร์	33
ภาพประกอบ 5 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ จีออดาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน	35
ภาพประกอบ 6 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของแคร์เรียร์ อแมนโด และลีคอก	35
ภาพประกอบ 7 กระบวนการใช้ตัวแบบของกรีเฟรด	36
ภาพประกอบ 8 กระบวนการได้มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของแกลเบรith	37
ภาพประกอบ 9 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของยีน	38
ภาพประกอบ 10 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของซูล และซีไซเยอร์	39
ภาพประกอบ 11 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของเฟอร์รี	40
ภาพประกอบ 12 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ บุม และไลท์	41
ภาพประกอบ 13 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของบาราคริสแนน เพงและอิง	43
ภาพประกอบ 14 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของนิส	44
ภาพประกอบ 15 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สตีลแมน บราว และแกลเบรith	45
ภาพประกอบ 16 กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของเอยา อาชีเวน	46
ภาพประกอบ 17 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของทีกลู และคณะ	47
ภาพประกอบ 18 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกรอบหลักสูตรคณิตศาสตร์แกนกลาง ของประเทศสหรัฐอเมริกา (CCSSM)	48

ภาพประกอบ 19 กระบวนการของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา.....	49
ภาพประกอบ 20 กระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้ร่วมกันของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา.....	49
ภาพประกอบ 21 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของดอสมี่อ้างอิงจาก เซตัน ซีตินคายา และเอลบัส	50
ภาพประกอบ 22 กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของสแตนเดอร์และคณะ	52
ภาพประกอบ 23 กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของ กูเดอร์ และกูบัท.....	53
ภาพประกอบ 24 กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของ โบรา และอาเมด	54
ภาพประกอบ 25 กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของวิทิว มาร์ตินและไลตี.....	55
ภาพประกอบ 26 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของสุรสาล ผาสุก	56
ภาพประกอบ 27 กระบวนการสืบสวนสอบสวนของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	60
ภาพประกอบ 28 กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ดัดแปลงจาก กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ (Wilson and others) กระบวนการการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของจियोดาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน (Frank R. Giordano, William P. Fox, Steven B. Horton) และการสืบสวนสอบสวนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	90
ภาพประกอบ 29 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบเรียนที่ได้ดัดแปลงจากรุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์.....	97
ภาพประกอบ 30 ร้อยรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 2 ของอาทิตย์	113
ภาพประกอบ 31 ร้อยรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 2 ของแสงจันทร์.....	114

ภาพประกอบ 32 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 2 ของแสงดาว	114
ภาพประกอบ 33 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 2 ของห้องฟ้า.....	115
ภาพประกอบ 34 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 7 ของอาทิตย์	116
ภาพประกอบ 35 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงจันทร์.....	116
ภาพประกอบ 36 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงดาว	117
ภาพประกอบ 37 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 7 ของห้องฟ้า.....	117
ภาพประกอบ 38 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 10 ของอาทิตย์	118
ภาพประกอบ 39 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงจันทร์.....	119
ภาพประกอบ 40 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงดาว	119
ภาพประกอบ 41 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 10 ของห้องฟ้า.....	120
ภาพประกอบ 42 ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมในคาบเรียนที่ 2 ของแสงจันทร์	121
ภาพประกอบ 43 ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมในคาบเรียนที่ 2 ของห้องฟ้า	121
ภาพประกอบ 44 ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมในคาบเรียนที่ 6 ของแสงจันทร์	121
ภาพประกอบ 45 ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมในคาบเรียนที่ 6 ของห้องฟ้า	122
ภาพประกอบ 46 ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมในคาบเรียนที่ 9 ของแสงจันทร์	122

ภาพประกอบ 65	สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการในคาบเรียนที่ 9 ของแสงจันทร์.....	130
ภาพประกอบ 66	ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของอาทิตย์.....	131
ภาพประกอบ 67	ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของแสงดาว.....	132
ภาพประกอบ 68	ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 6 ของแสงดาว.....	132
ภาพประกอบ 69	ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 6 ของอาทิตย์.....	133
ภาพประกอบ 70	ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของแสงดาว.....	133
ภาพประกอบ 71	ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของอาทิตย์.....	133
ภาพประกอบ 72	ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของแสงจันทร์.....	134
ภาพประกอบ 73	ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของแสงดาว.....	135
ภาพประกอบ 74	ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 6 ของแสงจันทร์.....	135
ภาพประกอบ 75	ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 6 ของแสงดาว.....	136
ภาพประกอบ 76	ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของแสงจันทร์.....	136
ภาพประกอบ 77	ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของแสงดาว.....	137
ภาพประกอบ 78	ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของแสงจันทร์	138
ภาพประกอบ 79	ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของท้องฟ้า	138
ภาพประกอบ 80	ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของแสงจันทร์	139
ภาพประกอบ 81	ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของท้องฟ้า	139
ภาพประกอบ 82	ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของแสงจันทร์	140
ภาพประกอบ 83	ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของท้องฟ้า	140
ภาพประกอบ 84	การอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของอาทิตย์.....	141

ภาพประกอบ 85 การอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของแสงดาว.....	142
ภาพประกอบ 86 การอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของอาทิตย์.....	142
ภาพประกอบ 87 การอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของแสงดาว.....	143
ภาพประกอบ 88 การอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 10 ของอาทิตย์.....	143
ภาพประกอบ 89 การอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 10 ของแสงดาว.....	144
ภาพประกอบ 90 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของอาทิตย์.....	145
ภาพประกอบ 91 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของแสงดาว.....	145
ภาพประกอบ 92 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของอาทิตย์.....	146
ภาพประกอบ 93 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของแสงดาว.....	146
ภาพประกอบ 94 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 10 ของอาทิตย์.....	147
ภาพประกอบ 95 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 10 ของแสงดาว.....	147
ภาพประกอบ 96 การระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของ สถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 4 ของแสงดาว.....	149
ภาพประกอบ 97 การปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงให้อยู่ในรูปตัวไม่ ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงจันทร์.....	149

ภาพประกอบ 108 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงดาว	160
ภาพประกอบ 109 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงดาว (ต่อ)	161
ภาพประกอบ 110 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงจันทร์.....	161
ภาพประกอบ 111 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงจันทร์ (ต่อ).....	162
ภาพประกอบ 112 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงดาว	163
ภาพประกอบ 113 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดใน คาบเรียนที่ 7 ของแสงดาว (ต่อ)	163
ภาพประกอบ 114 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงจันทร์.....	164
ภาพประกอบ 115 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงจันทร์ (ต่อ).....	164
ภาพประกอบ 116 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงดาว	165
ภาพประกอบ 117 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงดาว (ต่อ)	166
ภาพประกอบ 118 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงจันทร์.....	166
ภาพประกอบ 119 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงจันทร์ (ต่อ).....	167
ภาพประกอบ 120 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 4 ของอาทิตย์.....	168

ภาพประกอบ 121 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 4 ของห้องฟ้า	169
ภาพประกอบ 122 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 7 ของอาทิตย์.....	170
ภาพประกอบ 123 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 7 ของห้องฟ้า	170
ภาพประกอบ 124 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 10 ของอาทิตย์.....	171
ภาพประกอบ 125 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 10 ของห้องฟ้า	171
ภาพประกอบ 126 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงจันทร์.....	173
ภาพประกอบ 127 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 4 ของห้องฟ้า.....	173
ภาพประกอบ 128 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงในคาบ เรียนที่ 7 ของแสงจันทร์.....	174
ภาพประกอบ 129 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงในคาบ เรียนที่ 7 ของห้องฟ้า	174
ภาพประกอบ 130 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงจันทร์.....	175
ภาพประกอบ 131 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 10 ของห้องฟ้า.....	175

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในชีวิตประจำวันสิ่งที่มีมนุษย์จะต้องพบเจอและจะต้องทำเป็นประจำคือ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตของตนเอง เช่น ปัญหาการเดินทางไปสถานที่ต่าง ๆ ปัญหาการขนส่งสินค้า ปัญหาการศึกษา ปัญหาสุขภาพ ปัญหาการซื้อขายสินค้า หรือปัญหาการลงทุน ปัญหาการเลือกรับประทานอาหารเสริมที่เหมาะสมต่อร่างกาย เป็นต้น ซึ่งในบรรดาปัญหามากมายเหล่านั้นมีทั้งปัญหาที่เราสามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็วและง่ายโดยอาจจะใช้เพียงประสบการณ์ที่ผ่านมาของตนเองหรือความรู้เดิมที่มีอยู่ แต่สำหรับปัญหาที่ยุ่งยาก มีความซับซ้อนไม่สามารถแก้ได้ทันที จำเป็นที่จะต้องอาศัยทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ รวมถึงเทคนิควิธีหรือยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้ามีความรู้หรือแหล่งความรู้ที่เพียงพอ มีความเข้าใจในขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา มีเทคนิคหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและเหมาะสม อีกทั้งเคยได้มีประสบการณ์เดิมในการแก้ปัญหาก็จะสามารถช่วยแก้ปัญหาเหล่านั้นได้อย่างดีและมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 6) จึงกล่าวได้ว่าการแก้ปัญหานั้นถือเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เป็นกระบวนการที่นักเรียนควรจะต้องเรียนรู้ ได้รับการฝึกฝน และพัฒนาขึ้นให้เป็นทักษะ เพราะทักษะการแก้ปัญหาคือส่งผลให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างเป็นระเบียบ สามารถรับมือกับปัญหาที่มีความท้าทาย ตัดสินใจใช้วิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Kapur, 2020, p. 2 - 3)

ดังที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553 และแก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 4 พ.ศ. 2562 ได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหาไว้ในแนวทางการจัดการเรียนรู้ หมวดที่ 4 มาตรา 24 ในเรื่องของการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีแนวทาง 2 ข้อ ที่กล่าวถึงการแก้ปัญหาคือ (1) นักเรียนจะต้องได้รับการฝึกทักษะในด้านของกระบวนการคิด บริหารจัดการความคิดของตนเอง มีการเผชิญกับปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาในชีวิตของตนเอง และต้องใช้ความรู้มาประยุกต์ใช้ในชีวิต เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาหรือนำมาใช้ในการแก้ปัญห และ (2) นักเรียนจะต้องได้สัมผัสปัญหาโดยตรงจากประสบการณ์จริง ได้ลงมือในส่วนของการฝึกปฏิบัติให้สามารถที่จะคิดเป็นระบบ ลงมือทำได้ มีนิสัยรักการอ่านรวมไปถึงเกิดการใฝ่รู้ใฝ่เรียนอย่างต่อเนื่อง (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545, แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553, แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 4 พ.ศ. 2562, 2562, น. 14) และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ

ปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้สนับสนุนการเรียนรู้ดังกล่าว โดยให้ความสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีทักษะที่จำเป็นในตัวผู้เรียนเอง เพื่อที่จะนำทักษะเหล่านั้นไปใช้ในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั่นคือ ผู้เรียนจะต้องได้รับการเตรียมตัวเพื่อให้ตนเองมีทักษะในด้านของการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ด้านการแก้ปัญหา รวมถึงด้านการใช้เทคโนโลยีในการร่วมมือ สื่อสารกับผู้อื่นได้อย่างเข้าใจและอย่างมีวิจารณญาณ เพราะสิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนสามารถรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ อาทิ สภาพแวดล้อม บริบทของสังคม พหุวัฒนธรรม รวมถึงระบบเศรษฐกิจที่เป็นหัวใจหลักของประเทศ เพื่อให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขันและปรับตัวให้ชีวิตอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ รวมถึงหลักสูตรได้ระบุไว้อย่างชัดเจนว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างมาก เพราะจะถูกนำไปใช้ประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ หรือสิ่งต่าง ๆ อันได้มาขององค์ความรู้ที่คงทน และบูรณาการเข้ากับชีวิตประจำวันของตัวนักเรียนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อผู้เรียนและผู้เรียนควรมีติดตัวมากที่สุด ได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 3)

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem Solving) เป็นหนึ่งในห้าของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะต้องได้รับการเรียนรู้ การฝึกฝน เพื่อให้เกิดการพัฒนาขึ้นจนกลายเป็นทักษะของนักเรียน เพราะการเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยนักเรียนให้ได้เกิดแนวทางการคิดที่แตกต่างไปจากเดิม มีความหลากหลาย ไม่ยอมแพ้กับสิ่งที่พบเจอ มีความกระตือรือร้น รวมถึงความมั่นใจที่จะสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ตนเองพบเจอทั้งภายนอกและภายในชั้นเรียน เป็นทักษะพื้นฐานของชีวิตที่นักเรียนสามารถนำเอาทักษะส่วนนี้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 6) ซึ่งมีความสอดคล้องกับสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]) ที่เป็นองค์กรสำคัญที่มีชื่อเสียงในเรื่องของบทบาทในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนทั้งในสหรัฐอเมริกาและทั่วโลก ได้กล่าวไว้ในหนังสือ Principles and Standards for School Mathematics 2000 ว่า การแก้ปัญหาไม่ได้เป็นเพียงเป้าหมายของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แต่เป็นส่วนหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับทุก ๆ ส่วน ที่นักเรียนควรได้เรียนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ตนเองมีไปบูรณาการ

กับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ตนเองคุ้นเคยและรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยในชีวิตจริงของนักเรียน

ในชีวิตจริง ปัญหาหลาย ๆ ปัญหาที่มีความซับซ้อน เช่น ปัญหาการเลือกฝากเงินออม เพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด ที่ต้องพิจารณาถึง เงินต้น ดอกเบี้ย ระยะเวลา เงื่อนไขของธนาคารที่เลือกฝากเงินออม หรือปัญหาการเลือกซื้อสินค้าที่มีโปรโมชั่นเพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยสุด ก็อาจจะต้องดูในเรื่องของปริมาณของสินค้า ระยะเวลาการใช้งาน เงื่อนไขการรับประกัน ปัญหาการเลือกปลูกสายพันธุ์เศรษฐกิจเพื่อให้ได้ปริมาณที่สูงที่สุด จำเป็นต้องพิจารณาถึง อัตราการเติบโตในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ การใส่ปุ๋ย เงื่อนไขค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการปลูก เป็นต้น จะเห็นได้ว่าปัญหาเหล่านี้มักจะยุ่งยาก ซับซ้อน จึงจำเป็นต้องใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เพราะตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สามารถช่วยอธิบายสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่พบเจอในชีวิตจริงของมนุษย์ให้อยู่ในรูปแบบของคณิตศาสตร์ อาศัยความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาเหล่านั้น ซึ่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการเรียนการสอนการแก้ปัญหาตั้งแต่ระดับชั้นก่อนประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้อาจมีความยากง่ายขึ้นอยู่กับระดับความสามารถของนักเรียน ซึ่งการให้นักเรียนได้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างปัญหาจริงกับคณิตศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตจริงของนักเรียนได้ในบางครั้งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้แก้ปัญหา นักเรียนอาจไม่ทราบว่าสิ่งนั้นคือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรจะต้องชี้แนะ อธิบาย รวมถึงการนำเสนอให้นักเรียนได้เห็นได้เข้าใจ และช่วยส่งเสริม พัฒนาความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือให้กับนักเรียน อีกทั้งครูควรสอดแทรกการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Pollak & Garfunkel, 2014, p. 6 - 12) ซึ่งสอดคล้องกับเบนเนอริจี (Banerjee, 2014, p. 4 - 5) ที่กล่าวว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างมากในเกือบจะทุก ๆ ศาสตร์เพียงแต่จะแสดงให้เห็นได้เด่นชัดหรือไม่เท่านั้น เพราะการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นี้ เป็นการใช้อนุกรมวิธีอธิบายสถานการณ์จริงให้สามารถเข้าใจสถานการณ์จริงได้มากขึ้น ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ที่เหมาะสมโดยใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้อง มากกว่านั้นความสำคัญของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ยังนิยมใช้ในสาขาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา เศรษฐศาสตร์และภาคอุตสาหกรรมเพื่อสำหรับที่จะต้องทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับธรรมชาติของโลกที่มีลักษณะที่แตกต่างกันไป โดยเฉพาะกับปัญหาที่ยุ่งยากและซับซ้อน สามารถใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมช่วยแก้ปัญหาได้ อีกทั้ง

ยังสอดคล้องกับสภาครุคณิตศาสตร์สหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics) (Cirillo, Pelesko, Felton-Koestler, & Rubel, 2016, p. 10) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นี้ คือสิ่งที่คอยเชื่อมโยงระหว่างโลกแห่งความจริงกับโลกคณิตศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญที่แสดงให้เห็นได้ว่าคณิตศาสตร์และชีวิตจริงมีความสัมพันธ์กัน

การดำเนินชีวิตของมนุษย์โดยส่วนมาก จะสังเกตเห็นได้ว่า มักจะมีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่ตลอดเวลา ตั้งแต่ตื่นนอน (ศิริชชินทร์ ยศสวรินทร์, 2559, น. 3) เช่น ปัญหาการเลือกซื้อสินค้าที่คุ้มค่าที่สุด ปัญหาการเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ปัญหาการลงทุนออมทรัพย์ที่จะได้กำไรสูงสุด ปัญหาการเลือกรับประทานยาที่ให้ผลข้างเคียงน้อยที่สุด ปัญหาการเลือกขายสินค้าจัดโปรโมชั่นให้ได้ยอดขายที่ดีที่สุด ปัญหาการผลิตสิ่งของที่ใช้ต้นทุนน้อยที่สุด เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้ล้วนมีความเกี่ยวข้องกับฟังก์ชัน ทั้งฟังก์ชันเส้นตรง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันควอดราติก เช่น ปัญหาการเลือกซื้อสินค้าที่มีความคุ้มค่าที่สุด ก็อาจจะต้องอาศัยความรู้ของฟังก์ชันเส้นตรง มาช่วยในการคำนวณเปรียบเทียบปริมาณกับราคาของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่เลือกซื้อเพื่อหาความคุ้มค่าที่สุด หรือปัญหาการลงทุนออมทรัพย์ที่จะได้กำไรสูงสุด ก็อาจจะต้องอาศัยความรู้ของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลมาช่วยในการคำนวณหากำไร (ดอกเบี้ยว) เป็นต้น แต่ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันที่ผ่านมา ถึงแม้ว่านักเรียนมีความรู้ เข้าใจในเนื้อหาสาระ ถึงกระนั้นก็ยังคงมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่ไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งฟังก์ชันก็เป็นหนึ่งในความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา การอ้างอิงหรือแสดงเหตุผล การนำเสนอแนวคิดหรือการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างศาสตร์อื่น ๆ กับเนื้อหาของคณิตศาสตร์ รวมไปถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งปัญหานี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถที่จะนำเอาความรู้คณิตศาสตร์ที่ตนเองมีเป็นอย่างดี ไปปรับใช้ประยุกต์ใช้ในชีวิตของตนเองได้ รวมถึงการนำไปใช้ในการศึกษาต่อได้อย่างเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 1) สอดคล้องกับอิสริยา ปรมัตถากร (2562, น. 3 - 4) ได้กล่าวถึงปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ถึงแม้นักเรียนจะเรียนการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับฟังก์ชัน แต่ปัญหาที่นักเรียนได้เรียนรู้เป็นเพียงปัญหาที่พบเจอภายในห้องเรียน ครูนำมาจากเอกสารตำราเรียน ซึ่งบางปัญหาเป็นปัญหาไม่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียน หรือบางปัญหาเอื้อต่อบริบทในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้รับตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นปัญหาจริงในชีวิตของตนเอง เพราะปัญหาเหล่านั้น เป็นไปไม่ได้ที่จะนำเอาความรู้หรือสูตรทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาได้โดยตรง ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความมีประสบการณ์น้อยของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะ

นำความรู้เรื่องฟังก์ชัน หรือคณิตศาสตร์อื่น ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนขาดทักษะในการแก้ปัญหา ไม่สามารถที่จะนำความรู้ที่ตนเองมีอยู่ ไปใช้สำหรับแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือพบเจอในชีวิตของตนเองได้ จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องให้ความสนใจและให้ความสำคัญ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการแก้ปัญหา

แนวทางสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนมีหลากหลายแนวทาง แนวทางหนึ่งคือ การจัดการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา (Problem solving approach) ซึ่งจะต้องจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยต้องใช้สถานการณ์ปัญหาให้เหมาะสมกับวัย วุฒิภาวะ พัฒนาการ ความสนใจ และประสบการณ์ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เพิ่มเติมประสบการณ์ของตนเอง ในด้านการสำรวจหาข้อมูล อธิบายแนวคิดของตนเอง ตัดสินใจเลือกสิ่งต่าง ๆ ค้นหาข้อสรุปที่เหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 168 - 186) โดยอาจใช้ร่วมกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry approach) เพราะแนวทางนี้ นักเรียนจะได้ตั้งข้อคำถามที่หลากหลายกับสถานการณ์ปัญหาที่ตนเองพบเจอ เพื่อสืบค้นหาข้อมูลเพื่อสร้างเป็นคำอธิบาย สรุปสิ่งที่ค้นพบ อภิปรายจนสามารถตกตะกอนออกมาเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ช่วยตัดสินใจในการแก้ปัญหา (อิสรिया ปรมัตถากร, 2562, น. 90 - 95) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนลักษณะดังกล่าว จะส่งผลโดยตรงกับนักเรียน ทำให้เห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ ที่สามารถนำไปช่วยในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง และสำหรับปัญหาที่ควรจะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะต้องเป็นปัญหาที่สามารถพบเจอได้ในชีวิตจริง นักเรียนอาจไม่ได้เป็นผู้ที่เข้าไปสัมผัสกับปัญหานั้นโดยตรง แต่รับรู้ถึงปัญหาเหล่านั้น ซึ่งโดยส่วนมากปัญหาเหล่านี้ สามารถใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และอาศัยความรู้คณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชัน หรือความรู้คณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา

ด้วยเหตุข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. เป็นข้อมูลสำหรับครูในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. เป็นแนวทางสำหรับครูและนักวิจัยในการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางกะปิ จังหวัด กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 6 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 20 คน โดยนักเรียนแต่ละห้องเรียนเป็นนักเรียนที่คล่องความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางกะปิ จังหวัด กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 20 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายจากจำนวนทั้งหมด 6 ห้องเรียน

ในกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนทางสามระดับ คือ สูง ปานกลาง และต่ำ โดยพิจารณาจากคะแนนดิบของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 หลังจากนั้นเลือกนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง 1 คน นักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง 2 คน และนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ 1 คน เพื่อเป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) ในการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งได้นักเรียนเป้าหมายจำนวน 4 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 14 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที โดยเป็นเวลาดอกเวลาเรียนปกติ ซึ่งแบ่งเป็นเวลาสำหรับใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 12 คาบเรียน และเวลาสำหรับการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คาบเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ สาระจำนวนและพีชคณิต เรื่องฟังก์ชัน ที่ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ตัวแปรตาม คือ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. พฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Problem)** หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเผชิญอยู่ และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่แนวทางคำตอบยังไม่รู้ทันที
2. **สถานการณ์จริง (Real World Situation)** หมายถึง สถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอโดยอิงจากสถานการณ์ในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ที่สามารถพบเจอได้ในชีวิตจริง
3. **ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)** หมายถึง สิ่งที่สร้างขึ้นมาจากแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และเป็นสื่อที่ใช้สำหรับอธิบายลักษณะของสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่สนใจจะศึกษา โดยอยู่ในรูปแบบของคณิตศาสตร์ เช่น ฟังก์ชัน กราฟ ตาราง สมการ อสมการ เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้ ใช้ฟังก์ชันเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งฟังก์ชันที่นำมาใช้ ได้แก่ ฟังก์ชันเส้นตรง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันควอดราติก

4. การแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Problem Solving by Mathematical Model) หมายถึง กระบวนการในการค้นหาคำตอบของสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยอธิบายสถานการณ์จริงให้อยู่ในรูปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วเลือกใช้ความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นนำคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปแปลความหมายเป็นคำตอบของสถานการณ์จริง ซึ่งได้ดัดแปลงมาจากแนวคิดของจอร์ดาโน เวียร์ และฟอกซ์

ในงานวิจัยนี้ การแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย ขั้นตอน / วิธีการ จำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

- 4.1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (Understanding a real world situation)
- 4.2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Applying the real world situation to the mathematical problem)
- 4.3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Adapting and applying a mathematical model to solve the mathematical problem)
- 4.4 ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (Interpreting the answer to real world situation)

5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ ในกิจกรรมการเรียนรู้นี้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง (real world situation) และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับฟังก์ชันและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นอกจากนี้นักเรียนยังได้มีส่วนร่วมในการเรียนแบบร่วมมือ (cooperative learning) ใช้ขั้นตอนวิธีการของการสืบสวนสอบสวนในการหาข้อมูลหรือตัวแปรที่นำไปสู่การหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ รวมถึงรับผิดชอบในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงทั้งของตนเองและของกลุ่ม และนำเสนอผลการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ทั้งของตนเองและ

ของกลุ่ม ตลอดจนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
ในชั้นเรียน

6. ความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
หมายถึง คะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในด้านการทำความเข้าใจในสถานการณ์จริง
ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการใช้ ตัวแบบเชิง
คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาลงคณิตศาสตร์และด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง โดยพิจารณาจาก

6.1 คะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียน ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ซึ่งประกอบด้วย

6.1.1 คะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคล ครั้งที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 20 คะแนนของ
คะแนนเต็ม

6.1.2 คะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคล ครั้งที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 20 คะแนนของ
คะแนนเต็ม

6.1.3 คะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคล ครั้งที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 20 คะแนนของ
คะแนนเต็ม

6.2 คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดย
ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 40 ของคะแนนเต็ม

7. พฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
หมายถึง การแสดงออกของนักเรียน ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

7.1 ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง โดยพิจารณาจากการแสดงออกของ
นักเรียนในการสืบค้นสถานการณ์เพิ่มเติม วิเคราะห์ เชื่อมโยงสิ่งที่สืบค้น และระบุส่วนสำคัญของ
สถานการณ์จริง ซึ่งได้แก่ ตัวอย่างที่สืบค้นเพิ่มเติม การเชื่อมโยงสิ่งที่สืบค้นกับสถานการณ์ที่เผชิญ
สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง ตารางแสดงข้อมูลสำคัญ
ตารางแสดงข้อดีและข้อเสีย การอธิบายแนวความคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริง และความรู้
คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหา

7.2 ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดย
พิจารณาจากการแสดงออกของนักเรียนในการปรับเปลี่ยน ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของ
สถานการณ์จริง ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และ
การกำหนดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์จริงนั้น

7.3 ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

7.4 ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง โดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ให้กับข้อมูลจริง การแปลความหมายออกมาเป็นคำตอบของสถานการณ์จริง และการบรรยายหรืออธิบายคำตอบของสถานการณ์จริง

โดยพิจารณาจาก

(1) ผลการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในใบกิจกรรมในชั้นเรียน

(2) ผลการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยผู้วิจัย ซึ่งมีแบบสังเกตพฤติกรรมช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล

(3) ผลการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยผู้วิจัย ซึ่งมีแบบสัมภาษณ์และเครื่องบันทึกเสียงช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดดังแผนผังประกอบ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา สถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แล้วศึกษา ความสามารถและพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.3 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- 2.2 ประเภทของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- 2.3 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการ แก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

- 3.1 แนวการจัดการเรียนรู้การสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry approach)
- 3.2 แนวการจัดการเรียนรู้การสอนผ่านการแก้ปัญหา (Problem-solving approach)

ตอนที่ 4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์

- 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
- 4.2 งานวิจัยในประเทศ

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เอกสารและงานวิจัยที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ได้แก่ ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เมื่อสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]) ซึ่งเป็นองค์กรที่มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนของประเทศสหรัฐอเมริกาและทั่วโลกได้ระบุในหนังสือประจำปี ในปี ค.ศ. 1980 เรื่องการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรมีการแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นที่สำคัญ (ชญาภา ใจโปร่ง, 2554, น. 8) ด้วยเหตุนี้ทำให้นักการศึกษาทั่วโลกได้ให้ความสนใจ เกี่ยวกับการใช้การแก้ปัญหาสอดแทรกเข้าไปที่ชั้นเรียนของทุก ๆ ระดับชั้น นักการศึกษาหลายท่านได้ อธิบายถึงแนวคิด และความหมายของปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สำหรับปัญหาทางคณิตศาสตร์ครูลิค และรูดนิค (Krulik & Rudnick, 1987, p. 3 - 4) ได้ให้ความหมายว่า เป็นสถานการณ์ ซึ่งบุคคลหรือกลุ่มบุคคลเผชิญและต้องแก้ โดยต้องแสวงหาแนวทางหรือขั้นตอน ที่จะสามารถส่งผลให้การแก้ปัญหานั้นเป็นไปตามเป้าหมายซึ่งปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551, น. 9) ได้กล่าวสนับสนุนเพิ่มเติมถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นปรากฏการณ์ในชีวิตจริงที่มักจะเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ที่พบเจออยู่ แล้วอยากที่จะค้นหาคำตอบเหล่านั้น โดยที่ยังไม่สามารถทราบถึงขั้นตอน / วิธีการ / แนวทาง ที่จะสามารถได้คำตอบของปรากฏการณ์นั้นในทันที สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 7 - 8) ที่กล่าวว่า เมื่อเผชิญหน้ากับสถานการณ์ แล้วต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ผู้ที่เผชิญกับสถานการณ์นั้นไม่ทราบถึงกระบวนการ ขั้นตอน หรือแนวทาง ที่จะนำไปสู่คำตอบในทันที สิ่งนี้จะถูกเรียกว่าเป็นปัญหา แต่ถ้าสิ่งที่เผชิญนั้นสามารถรู้คำตอบได้ในทันที สิ่งที่เผชิญอยู่ก็จะไม่ใช่ปัญหา อย่างไรก็ตามสำหรับปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาของบุคคล ๆ หนึ่ง อาจจะไม่ได้เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอีกบุคคลหนึ่งก็ได้ และสำหรับปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่เราเผชิญอยู่และต้องการหาคำตอบ โดยที่ยังไม่ทราบถึง กระบวนการ แนวทาง หรือวิธีต่าง ๆ อันจะนำไปสู่คำตอบของปรากฏการณ์หรือสถานการณ์นั้น ๆ ในทันที อีกทั้งยังสอดคล้องกับอิสริยา ปรมัตถากร (2562, น. 17) ที่กล่าวว่า ในส่วนของปัญหาทางคณิตศาสตร์มักจะเป็นปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ

คณิตศาสตร์ที่ต้องการหาคำตอบโดยที่ยังไม่ทราบถึงวิธีการอันจะนำไปสู่คำตอบโดยง่าย จำเป็นที่จะต้องประยุกต์ความรู้ต่าง ๆ ในทางคณิตศาสตร์ร่วมกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมไปถึงกลวิธีต่าง ๆ ในการที่จะนำมาพิจารณาค้นหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้น

ในส่วนของ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เคนเนดี (Kennedy, 1984, p. 81) ให้ความหมายของการแก้ปัญหา คือ การตอบสนองทางพฤติกรรมของมนุษย์ต่อปรากฏการณ์ที่ยากต่อการเข้าใจที่ได้เผชิญ โดยมนุษย์แต่ละบุคคลอาจมีการตอบสนองที่แตกต่างกัน ซึ่งเห็นตรงกับครูลิค และ รูดนิค (Kruлик & Rudnick, 1987, p. 3 - 4) ที่กล่าวเพิ่มเติมว่า เป็นกระบวนการซึ่งบุคคลจะต้องใช้ความเข้าใจและทักษะที่มีอยู่ในการหาคำตอบของสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย อีกทั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 7 - 8) กล่าวสนับสนุนความหมายของการแก้ปัญหา คือ กระบวนการที่เกิดจากการนำเอาความรู้คณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีต่าง ๆ รวมทั้งประสบการณ์เดิม มาปรับประยุกต์ใช้อันจะนำไปสู่ แนวทาง วิธีการ หรือ ขั้นตอนที่จะได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ สถานการณ์ที่จะนำมาเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรจะเป็นสถานการณ์ที่กระตุ้นและดึงดูดความสนใจของนักเรียน ตลอดจนเป็นสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำเอาความรู้ ขั้นตอนวิธีการ ยุทธวิธีต่าง ๆ รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา มาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อแก้ปัญหา

ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551, น. 9) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่เกิดจากการประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีต่าง ๆ อีกทั้งประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหา โดยทำเป็นกระบวนการอันจะนำไปสู่คำตอบของสิ่งที่ต้องการค้นหา ซึ่งสอดคล้องกับ ทรงชัย อักษรคิด (2555, น. 3) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหา คือ กระบวนการที่ผู้แก้ปัญหามองใช้ทักษะ ความรู้และความเข้าใจของตนเองที่สะสมมาเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย กระบวนการเริ่มต้นจากการเผชิญปัญหารวมถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ที่จะผลต่อกระบวนการวางแผน คิดวิเคราะห์หาวิธีการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ จนค้นพบคำตอบ ผู้แก้ปัญหามองสังเคราะห์ได้ว่าตนเองเรียนรู้อะไรจากการแก้ปัญหานั้น ๆ รวมถึงสามารถนำไปปรับใช้ประยุกต์กับสถานการณ์ปัญหาใหม่ได้อย่างไร และยังสอดคล้องกับ อิศริยา ปรมัตถากร (2562, น. 17) ที่กล่าวถึง การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการที่ต้องประยุกต์ใช้สิ่งต่าง ๆ ความรู้ รวมถึงประสบการณ์ ที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่คณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการ ยุทธวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงประสบการณ์เดิม เพื่อสร้างเป็นแนวทาง ขั้นตอน วิธีการต่าง ๆ ที่จะสามารถนำไปสู่การหาคำตอบ หรือบทสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ธีรพล พากเพียรกิจ (2558, น. 43) ได้กล่าวว่าในส่วนของ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ขั้นตอน แนวทาง หรือวิธีการต่าง ๆ ที่นำประสบการณ์ที่ตนมี ความรู้คณิตศาสตร์ รวมถึง กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในประสบการณ์ของตนเองมาหาใช้ในการค้นหา คำตอบของสิ่งที่ เป็นปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ นิดาวรรณ ทองไทย (2562, น. 51) ที่ได้กล่าว สันนิษฐานว่า คือ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยผู้เรียนต้องนำคณิตศาสตร์ ขั้นตอน วิธีการ และหลักการต่าง ๆ เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ใหม่ เพื่อสร้างแนวทางใน การดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบหรือสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อนำมาสู่คำตอบ ของปัญหานั้น

ในงานวิจัยนี้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์หรือมักจะเกี่ยวข้องอย่างใดอย่างหนึ่งกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนพบเจอ และมีความ ต้องการที่จะหาแนวทาง ขั้นตอน หรือวิธีการอันจะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ แต่แนวทางคำตอบที่ ต้องการนั้นยังไม่สามารถรู้ทันที ในขณะที่ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้อง ประยุกต์ ความรู้คณิตศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหารวมถึงประสบการณ์ ในการที่จะต้องค้นหาคำตอบหรือบทสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อย่างหนึ่ง ครูจำเป็นที่จะต้องมีการปลูกฝังให้กับนักเรียนเพื่อที่จะได้เข้าใจถึงแนวทาง วิธีการ ขั้นตอนรวมไปถึงกระบวนการที่จะใช้แก้ปัญหา ถึงแม้ว่านักเรียนจำนวนหนึ่งจะสามารถดำเนินการ แก้ปัญหาด้วยตนเองได้ ทว่ามีนักเรียนจำนวนค่อนข้างที่จะไม่น้อยที่ไม่สามารถจะเริ่มต้นในการ แก้ปัญหานั้นได้ ไม่สามารถที่จะหาหนทางไปสู่การแก้ปัญหา อาจเนื่องมาจากนักเรียนอาจจะยังไม่ ทราบถึงองค์ความรู้ วิธีการ หรือแนวทางที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้รับการยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหา ตามแนวคิดของโพลยา (Polya) โดยประกอบด้วย ขั้นตอนที่มีสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 8 - 12) ได้แก่

- 1) ทำความเข้าใจปัญหา
- 2) วางแผนแก้ปัญหา
- 3) ดำเนินการตามแผน
- 4) ตรวจสอบผล

1) ทำความเข้าใจปัญหา

เมื่อเริ่ม นักเรียนจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับปัญหา และคิดว่าสิ่งที่ต้องการค้นหาคืออะไร จากนั้นทำความเข้าใจแล้วแสดงส่วนสำคัญ นั่นคือ ข้อมูลและเงื่อนไข หรือตัวแปรที่ไม่สามารถทราบค่าได้ ซึ่งการพิจารณามองถึงปัญหาอย่างไตร่ตรองเพื่อให้เกิดความเข้าใจนั้น นักเรียนควรที่จะพิจารณาอย่างรอบครอบ คิดไตร่ตรองซ้ำไปซ้ำมา ใช้วิธีการคิดที่หลากหลาย เพื่อที่จะทำให้เข้าใจถึงปัญหาอย่างชัดเจน เช่น การแสดงสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองด้วยการเขียน การเขียนแผนภูมิ การเขียนรูป เป็นต้น

2) วางแผนแก้ปัญหา

หลังจากที่นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาแล้ว จะต้องหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของข้อมูล รวมไปถึงตัวไม่รู้ค่า เพื่อพิจารณาร่วมกับประสบการณ์ที่มีในการแก้ปัญหา แล้วกำหนดแผนการที่จะใช้แก้ปัญหา และสุดท้ายคือพิจารณาตัดสินใจนำเอายุทธวิธีที่ตนเองคิดว่ามีประสิทธิภาพที่สุด อันจะนำไปสู่การใช้แก้ปัญหา

3) ดำเนินการตามแผน

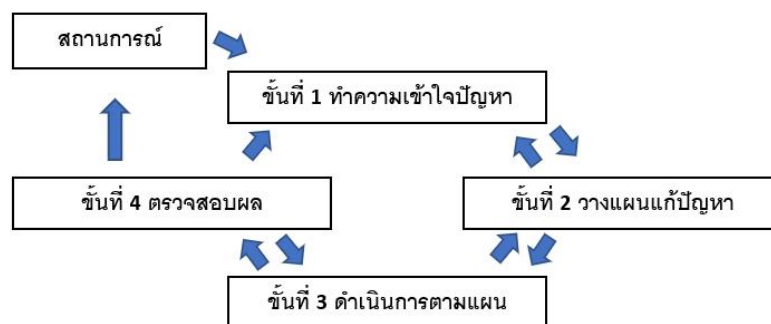
เมื่อนักเรียนวางแผนแก้ปัญหาแล้วจะต้องลงมือทำตามแผนที่ได้ตั้งไว้ เริ่มแรกโดยการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน ค้นหารายละเอียดต่าง ๆ เพิ่มเติมให้แผนที่ตั้งมีความชัดเจน แล้วลงมือ อันจะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบ แต่ถ้าแผนการของนักเรียนนั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้ นักเรียนต้องหาแนวทาง แผนการหรือยุทธวิธีอื่น ๆ ในการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแนวทางแก้ปัญหาใหม่ ๆ ถือเป็นสิ่งดีในการพัฒนาผู้แก้ปัญหา

4) ตรวจสอบผล

หลังจากนักเรียนได้คำตอบให้คิดกลับไปยังคำตอบที่ได้หรือมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่ได้มาเริ่มแรกโดยจะต้องพิจารณาถึงหลักการ ความถูกต้อง ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม ความสมเหตุสมผล และการนำไปใช้ของคำตอบ รวมถึงวิธีการ ขั้นตอน กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่ใช้ จากนั้นจึงพิจารณาเพิ่มถึงสิ่งอื่น ๆ ที่เป็นบทสรุปที่เป็นไปได้

กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาจากวิธีการดังกล่าว ได้ถูกนำมาปรับประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย พบเจออยู่ทั้งในตำราต่าง ๆ แบบฝึกหัด หนังสือเรียนที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา แต่นักการศึกษาส่วนใหญ่เห็นตรงกันถึงการจำเป็นต้องปฏิบัติตามลำดับแต่ละขั้นตอน ต้องไล่จากขั้นตอนที่หนึ่งไปยังขั้นตอนที่สี่เสมอ เริ่มที่ขั้นตอนใดแล้วจะย้อนกลับไม่ได้ ดังนั้นกระบวนการนี้จึงกลายเป็นกระบวนการที่เน้นการได้คำตอบมากกว่าการพิจารณา การคิดในการแก้ปัญหา ต่อมาวิลสันและคณะ (Wilson, Fernandez, & Hadaway,

1993, pp. 57 - 78) จึงได้เสนอแนะกรอบแนวคิดสำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงสิ่งที่เป็นพลวัต โดยสามารถวนไปเวียนมาได้ และมีลำดับไม่ตายตัว ดังแผนภูมิ



ภาพประกอบ 1 กระบวนการแก้ปัญหาของวิลสันและคณะ

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 11)

เราสามารถอธิบายแผนภูมิต่างนี้ได้ดังนี้

เมื่อเผชิญสิ่งที่เป็นปัญหาโดยสิ่งนั้นอาจเป็นสถานการณ์ เริ่มแรกนักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน จากนั้นพิจารณาถึงแนวทาง แผนการที่จะใช้แก้ปัญหา รวมถึงกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม แล้วดำเนินการตามแนวทางที่เลือกหรือแผนที่จะใช้ เพื่อแก้ปัญหา จนสามารถหาคำตอบได้ ทำดีที่สุดได้ตรงต่อความถูกต้อง ความเป็นไปได้ของบทสรุปที่สามารถหามาได้ รวมถึงการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนสำหรับยุทธวิธีที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในรูปจะมีทิศทาง การแสดงการตัดสินใจหรือการไตร่ตรองที่จะเลื่อนการกระทำจากขั้นตอนใด ๆ ไปสู่อีกขั้นตอน บางครั้งจำเป็นต้องมองย้อนกลับไปขั้นตอนที่แล้วเมื่อเกิดข้อสงสัยหรือปัญหา เช่น ถ้านักเรียนแก้ปัญหาขั้นทำความเข้าใจปัญหา แล้วเข้าใจอย่างชัดเจน ก็เลื่อนสิ่งที่จะต้องปฏิบัติต่อปรากฏการณ์นั้นเข้าไปยังขั้นตอนต่อไปคือขั้นวางแผนแก้ปัญหา ถ้าเกิดติดขัดจนไม่สามารถดำเนินการได้ ก็สามารถย้อนไปยังขั้นของวางแผน หรือขั้นของทำความเข้าใจปัญหาก็ได้ เนื่องจากขั้นตอนแนวทาง หรือวิธีการนี้ สามารถพอเจอและใช้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในชีวิตจริงได้ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้ที่แก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป ซึ่งกระบวนการนี้ถูกเรียกว่ากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ซึ่งนิดาอรรถ ทองไทย (2562, น. 57) ได้กล่าวสนับสนุนแนวคิดดังกล่าวว่า จะต้องเริ่มต้นจากการทำความเข้าใจ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงที่มาและบริบทปัญหา นำไปสู่การวางแผนและการดำเนินการแก้ปัญหา และสุดท้ายคือการ

ตรวจสอบผลที่ได้ว่ามีข้อบกพร่องหรือข้อดีอย่างไร เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการและนำไปปรับใช้ในปัญหาอื่น ๆ ซึ่งกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา (Polya) ถือเป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ในขณะที่ ครูลิต และ รูดนิต (Krulik & Rudnick, 1987, p. 4 - 5) ได้เสนอแนะแนวทางถึงกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน

1) ขั้นการอ่านและคิด นักเรียนจะต้องพิจารณาถึงสิ่งที่มักจะเป็นปัญหาโดยใช้หลักการวิเคราะห์ที่ไตร่ตรองถึงสิ่งที่เป็นเรื่องจริงและเนื่องแท้จ รวมถึงการเชื่อมของสิ่งต่าง ๆ อันจะนำไปสู่ปัญหา

2) ขั้นการวางแผนและสำรวจ นักเรียนต้องวิเคราะห์สิ่งที่นักเรียนได้มาจากขั้นที่ 1 แล้วพิจารณาถึงสิ่งที่จำเป็นและนำเอาสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นออกจากการศึกษา ทั้งนี้อาจเขียนอยู่ในรูปตาราง เขียนภาพ สร้างแบบจำลอง หรืออื่น ๆ เพื่อวางแผนนำไปสู่คำตอบ

3) ขั้นค้นหายุทธวิธี เนื่องจากคนส่วนใหญ่มักจะมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันว่าการที่จะตัดสินใจเลือกยุทธวิธีใด ๆ มาใช้กำหนดทิศทางการหาคำตอบมักจะเป็นเรื่องยากเสมอ แต่ก็มีมีความจำเป็นต้องเลือกวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

4) ขั้นหาบทสรุป นักเรียนจะต้องใช้การคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์โดยต้องใช้ให้เหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งบทสรุปโดยอาจใช้ตัวช่วยต่าง ๆ แล้วแต่ความเหมาะสม

5) ขั้นการพิจารณาตรรกะจุดเริ่มต้นและจุดต่อยอด เป็นการย้อนกลับไปพิจารณาจุดเริ่มต้นจนถึงบทสรุปว่ามีสิ่งที่เกิดข้อขัดแย้งขึ้นหรือไม่ และสามารถพิจารณานำบทสรุปที่ได้ไปใช้สู่แนวคิดกรณีทั่ว ๆ ไปภายใต้ข้อกำหนดที่มีลักษณะคล้ายเดิม

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้แนวคิดของโพลยา (Polya) วิเคราะห์และคณะสำหรับกระบวนการแก้ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.3 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ยุทธวิธีสำหรับที่เอาไว้ใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จัดได้ว่าเป็น เครื่องมือที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการที่จะนำมาช่วยแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์การเลือกใช้ยุทธวิธีที่ดีย่อมส่งผลทำให้สามารถแก้ปัญหาได้สะดวกขึ้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 12 - 42, 90) ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551, น. 13 - 14) และ ชญาภา ใจโปร่ง (2554, น. 12 - 14) ได้กล่าวถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า สำหรับการแก้ปัญหา สิ่งที่นักเรียนจำเป็นต้องมีอันดับแรกคือความรู้พื้นฐานที่เพียงพอ จากนั้นยังต้องเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหา รวมถึงการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพราะจะทำให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งการพิจารณา

ไต่ตรองนำเอายุทธวิธีที่ดีจะถือว่าเป็นหัวใจสำคัญที่มีช่วยในการหาบทสรุป เพราะ เมื่อนักเรียนมีความคุ้นชินกับยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและเหมาะสมแล้ว นักเรียนย่อมเลือกยุทธวิธีต่าง ๆ เหล่านั้นมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว สำหรับยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ได้ดี และพบบ่อย ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญ มีดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป คือ การค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูล รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อค้นหาแบบรูปหรือลักษณะที่เป็นที่เป็นระบบในปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากนั้นจึงคาดการณ์บทสรุปโดยบทสรุปที่ได้จะเป็นบทสรุปถูกต้องหลังจากผ่านการยืนยันตรวจสอบ ส่วนมากยุทธวิธีนี้จะใช้สำหรับปัญหาที่อยู่ในเรื่องของจำนวนหรือเรขาคณิต การฝึกฝนการค้นหาแบบรูปอย่าสม่ำเสมอ จะส่งเสริมให้เกิดการยกระดับของทักษะการสื่อสารและความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียน ซึ่งเป็นทักษะที่มีส่วนในการคาดคะเนและประมาณจำนวน โดยไม่ต้องคาดการณ์ล่วงหน้า อีกทั้งยังสะท้อนหรือตรวจสอบความเข้าใจหรือความรู้ในกระบวนการคิดหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้

2. การสร้างตาราง คือ การนำข้อมูลมาใส่ในตารางโดยจัดให้เป็นระบบ ซึ่งจะช่วยในการวิเคราะห์ หาสิ่งที่เชื่อมโยง ที่สามารถนำไปสู่การพบเจอแบบรูปหรือสิ่งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องอีกทั้งช่วยให้ไม่สับสนในการแสดงกรณีทั้งหมดที่เป็นไปได้ของปัญหา

3. การเขียนแผนภาพหรือภาพ คือ การใช้ภาพสำหรับแสดงความสัมพันธ์หรืออธิบายสถานการณ์ปัญหาของข้อมูลต่าง ๆ โดยการเขียนแผนภาพหรือภาพจะเข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งในบางครั้งเราอาจได้คำตอบจากแผนภาพหรือภาพที่แสดงออกมา

4. การแจงกรณีทั้งหมดที่เป็นไปได้ เป็นการนำข้อมูลมาจัดเรียง โดยแยกเป็นกรณี ๆ ทั้งหมดที่จะสามารถเกิดขึ้นได้ สำหรับการแจงกรณีทั้งหมดที่เป็นไปได้ อาจเริ่มจากนำกรณีไม่เกี่ยวข้องออกก่อน แล้วจึงค้นหาแบบรูปหรือระบบของสิ่งที่เหลืออยู่ แต่สำหรับยุทธวิธีนี้ถ้าไม่มีวิธีที่เป็นระบบในการแจงกรณีที่เหมาะสม ก็อาจจะไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะทำให้ดีถ้าสถานการณ์ที่ต้องการคำตอบนั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้ชัดเจน บางครั้งอาจใช้การสร้างตาราง หรือการค้นหาแบบรูปช่วยแจงกรณีด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและตรวจสอบ คือ การไต่ตรองเงื่อนไข ข้อมูลต่าง ๆ ที่สถานการณ์กำหนดร่วมกับกับประสบการณ์ที่มี เพื่อสร้างเป็นข้อความคาดการณ์ จากนั้นพิจารณาความถูกต้อง ถ้ายังไม่ถูกให้ทำใหม่อีกครั้งโดยอาศัยประโยชน์จากความผิดพลาดของการเดาในตอนแรก ๆ เพื่อนำไปใช้กำหนดทิศทางที่จะสามารถคาดเดาคำตอบในครั้งต่อไป การคาดเดาควรทำอย่างมีทิศทางและมีเหตุผล เพื่อให้ใกล้เคียงกับคำตอบที่สุด

6. การเขียนสมการ คือ การใช้สมการหรือบางครั้งอาจเป็นสมการช่วยในการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนด ในการค้นหาคำตอบนั้น จะต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อตรวจสอบเงื่อนไขหรือข้อมูลที่ให้มา มีอะไรบ้าง และอะไรคือสิ่งที่ต้องการหา จากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลหรืออะไรก็ตามที่ต้องการหา จากเงื่อนไขที่กำหนด แล้วเขียนสมการหรืออสมการเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เหล่านั้น และทำยสุดท้ายจำเป็นที่จะต้องตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา

7. การคิดกลับมุมมอง คือ การวิเคราะห์ปัญหาที่ไตร่ตรองจากผลลัพธ์แล้วย้อนกลับไปสู่เหตุโดยเริ่มแรกให้พิจารณาสิ่งที่ได้ในขั้นสุดท้ายสุด แล้วคิดกลับไปยังสิ่งที่ได้ในขั้นแรก การคิดแบบกลับมุมมองมีประสิทธิภาพมากสำหรับสถานการณ์ที่จำเป็นต้องอธิบายการได้มาของคำตอบในแต่ละขั้นตอน

8. การเปลี่ยนมุมมอง คือ การเปลี่ยนวิธีคิด ให้แตกต่างจากเดิม หรือการคิดในลักษณะที่จำเป็นต้องทำตามขั้น เพื่อที่ความต้องการที่จะทำให้มุมมองใหม่ ๆ สามารถช่วยในการแก้ปัญหาได้สะดวกขึ้น มักจะใช้สำหรับปัญหาที่ไม่สามารถแก้ด้วยยุทธวิธีอื่น ๆ ได้ หัวใจหลักของยุทธวิธีนี้ก็คือการคิดให้แตกต่างจากเดิม

9. การแจกแจงปัญหาให้เป็นปัญหาย่อย คือ การทำปัญหาที่ต้องใช้การคิดมาก ๆ ให้เป็นปัญหาเล็ก ๆ โดยอาจเริ่มจากการเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในสิ่งที่คุ้นชิน ลดจำนวนให้น้อยลง ทำปัญหาให้ไม่ซับซ้อน หรือทำให้เป็นปัญหาที่เคยแก้มาจากการประสบการณ์เดิม

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ คือ ปรับเปลี่ยนหรืออธิบายสิ่งที่ปรากฏอยู่ในปัญหา โดยความรู้เรื่องตรรกศาสตร์เข้ามาช่วยเพื่อที่จะใช้การให้เหตุผลในการแก้ปัญหา บางครั้งอาจจะต้องใช้ร่วมกับการตรวจสอบ การคาดเดา ซึ่งทำให้ในบางที่ไม่สามารถแยกยุทธวิธีนี้ออกจากยุทธวิธีอื่น ๆ ได้อย่างชัดเจน

11. การให้เหตุผลทางอ้อม คือ การแสดงปัญหาที่กำหนดให้อยู่ในรูปของข้อความนั้นให้เป็นจริง แล้วทำการสมมติสิ่งที่เราต้องการแสดงว่าเป็นเท็จ จากนั้นหาข้อขัดแย้ง ส่วนใหญ่มักพบเจอในปรากฏการณ์ที่จะไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างตรงไปตรงมา และสะดวกที่ทำการหาข้อขัดแย้งจนได้มาซึ่งบทสรุปจากการที่ข้อความในการแสดงจะต้องเป็นเท็จ

12. การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ การที่ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือการทดลองที่มีข้อมูลซับซ้อน สับสน หรือยุ่งยาก ต้องการทำให้ข้อมูลในสถานการณ์นั้นเป็นระบบระเบียบ และดูง่ายขึ้น อาจใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เช่น กราฟ ตาราง แบบรูป สมการ อสมการ หรือฟังก์ชันต่าง ๆ เป็นเครื่องมือ ในการสื่อความหมายและการนำเสนอ ตลอดจนเชื่อมโยงหลาย ๆ

สิ่งที่มีมักจะสอดคล้องกับบริบทในเชิงคณิตศาสตร์ รวมถึงนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับกับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ทรงชัย อักษรคิด (2555, น. 29 - 35) ได้กล่าวถึงยุทธวิธีในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญ เพราะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้มีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีทั้งเก้านี้สามารถพบได้บ่อย ๆ แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าปัญหาแต่ละปัญหาจะสามารถแก้ได้ด้วยยุทธวิธีเฉพาะที่นำเสนอนี้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยทั้งหลายไม่จำเป็นต้องจำกัดให้เป็นปัญหาที่ตรงกับหัวข้อเรื่องคณิตศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง และไม่มีวิธีการแก้ปัญหาที่ตายตัวของแต่ละปัญหา เราควรคำนึงถึงการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาด้วยยุทธวิธีที่แตกต่างและที่เป็นไปได้มากกว่าเพียงยุทธวิธีเดียว

1) ยุทธวิธีลงมือปฏิบัติจริง

การลงมือปฏิบัติจริงเป็นยุทธวิธีแก้ปัญหาแบบหนึ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ โดยปกติอาจทำ คร่าว ๆ ก่อน ไม่เน้นความละเอียดและประณีตเพื่อให้เห็นภาพรวมของงานที่ทำ เป็นยุทธวิธีที่ดีที่จะทำให้ผู้แก้ปัญหาได้คิดผ่านการกระทำและทำให้มองเห็นภาพของสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมเข้าใจง่าย

2) ยุทธวิธีใช้แผนภาพ/วาดตัวแบบ

การใช้แผนภาพ/วาดตัวแบบคือการแสดงสิ่งที่เกี่ยวข้องของข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นปัญหา หรืออาจจะเป็นการตีความอธิบายออกมาด้วยแผนภาพ / ตัวแบบ โดยการใช้แผนภาพหรือตัวแบบอาจทำให้ปัญหาสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น และสามารถเดาคำตอบโดยตรงได้จากแผนภาพหรือตัวแบบในบางครั้ง

3) ยุทธวิธีแบ่งเป็นปัญหาย่อย/ทำปัญหาให้ง่ายลง

ปัญหาบางปัญหาอาจดูเหมือนเป็นปัญหาใหญ่ อาจเป็นเพราะขนาดของจำนวนหรือความซับซ้อนของปัญหา การแบ่งเป็นปัญหาย่อยหรือทำปัญหาให้ง่ายลงสามารถสร้างแนวคิดที่จะนำไปสู่บทสรุปและนำแนวคิดนั้นค้นหาคำตอบด้วยตนเองได้ วิธีการหนึ่งของยุทธวิธีนี้คือการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วน ๆ หรือเริ่มต้นด้วยปัญหาที่มีระดับความซับซ้อนน้อยลง บางครั้งการทำปัญหาให้ง่ายลงสามารถนำไปใช้เพื่อให้สามารถค้นหาแบบรูปของคำตอบได้

4) ยุทธวิธีค้นหาแบบรูป

การค้นหาแบบรูปเป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาระบบหรือเป็นแบบรูปของข้อมูลในปัญหานั้น ๆ เพื่อคาดเดาคำตอบ โดยหลังจากการผ่านการตรวจสอบยืนยันแล้วพบว่าถูกต้อง บทสรุปนั้นจึงถูกต้อง การฝึกฝน การแสวงหาแบบรูปอย่างสม่ำเสมอจะส่งผลให้ผู้แก้ปัญหาเกิด

การยกระดับในเรื่องของ number sense ซึ่งเป็นทักษะที่มีส่วนในการคาดคะเนและประมาณจำนวน โดยการคาดการณ์ล่วงหน้าจะกลายเป็นสิ่งที่ไม่มีความจำเป็น อีกทั้งพิจารณาตรวจสอบความเข้าใจหรือความรู้ในกระบวนการคิดหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้

5) ยุทธวิธีแจกแจงรายการอย่างเป็นระบบ/สร้างตาราง

การแจกแจงรายการอย่างเป็นระบบสร้างตารางเป็นการจัดระบบข้อมูลโดยแยกเป็นเป็นไปได้อ แล้วอาจนำข้อมูลมาใส่ตาราง โดยสามารถช่วยในการวิเคราะห์หาสิ่งเชื่อมโยงที่นำไปสู่การแสวงหาแบบรูป รวมถึงการช่วยในการแสดงกรณีทั้งหมดที่เป็นไปได้ของปัญหา ผู้แก้ปัญหาอาจตัดกรณีไม่เกี่ยวข้องทิ้งแล้วจึงค้นหาแบบรูปหรือระบบของสิ่งที่เหลืออยู่ โดยถ้าแจกแจงรายการไม่เหมาะสม ยุทธวิธีนี้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ

6) ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ/ลองผิดลองถูก

การเดาและตรวจสอบหรือการลองผิดลองถูกคือการไตร่ตรองข้อกำหนดที่สถานการณ์ได้ตั้งเงื่อนไขต่าง ๆ มาให้ ร่วมกับประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหา มาสร้างเป็นข้อความคาดการณ์ แล้วพิจารณาข้อความคาดการณ์ในส่วนของความถูกต้อง ถ้าการคาดเดาไม่สามารถหาคำตอบได้โดยพิจารณาการคาดเดาก่อนหน้านั้นเป็นทิศทางในการหาคำตอบในครั้งถัดไป การคาดเดาควรทำอย่างมีทิศทางและมีเหตุผล เพื่อให้ใกล้เคียงกับคำตอบที่สุด

7) ยุทธวิธีทำย้อนกลับ

การทำย้อนกลับเป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มต้นพิจารณาข้อมูลในขั้นท้ายสุด จากนั้นทำคิดกลับไปสู่ขั้นแรกที่ได้มาถึงข้อมูล การคิดแบบกลับมามองมีประสิทธิภาพมากสำหรับสถานการณ์ที่จำเป็นต้องอธิบายการได้มาของคำตอบในแต่ละขั้นตอน

8) ยุทธวิธีเขียนประโยคทางคณิตศาสตร์/ใช้ตัวแปร

การแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีนี้ทำโดยการเขียนประโยคภาษาในปัญหาให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ หรือสมมุติตัวแปรแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า แล้วกำหนดเงื่อนไขของข้อมูลต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนดกับตัวแปรที่สมมุติขึ้น แล้วไตร่ตรองถึงคำตอบของสิ่งที่สร้างขึ้น ปัญหาบางปัญหาสามารถสร้างความสัมพันธ์ในรูปสมการหรืออสมการที่สอดคล้องกับปัญหาได้ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ทำได้โดยแก้สมการหรืออสมการ แล้วพิจารณาความเป็นไปได้จากคำตอบของสมการหรืออสมการนั้น

9) ยุทธวิธีเปลี่ยนมุมมองนี้ถึงปัญหาที่คล้ายกัน

การเปลี่ยนมุมมองเป็นการเปลี่ยนลักษณะทางความคิดมีให้แตกต่าง เกิดความแปลกใหม่ ยุทธวิธีนี้อาจเรียกว่าเป็นการ "หยุดคิดก่อน" (breaking out) เพราะว่าผู้แก้ปัญหาต้องหยุดคิดมองปัญหาให้รอบด้าน หาวิธีหรือมุมมองของปัญหาใหม่ซึ่งอาจแปลกแยกไปจากวิธีปกติธรรมดา หัวใจหลักคือการเปลี่ยนแนวคิด ให้แตกต่าง เพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้นนอกจากนี้เมื่อเผชิญกับปัญหา สิ่งหนึ่งที่ผู้แก้ปัญหาควรกระทำคือการพิจารณาว่าปัญหานี้มีส่วนเหมือนกับสิ่งที่เคยแก้ปัญหามาก่อนแล้วปรับให้คล้ายคลึง จากนั้นใช้ยุทธวิธีที่เคยแก้ปัญหาลงมาช่วยในการค้นหาคำตอบ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เอกสารงานวิจัยที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าได้แก่ ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ประเภทของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

2.1.1 ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เนื่องจากการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นยุทธวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้มีนักการศึกษาจำนวนหนึ่งให้ความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ในบรรดานักการศึกษาเหล่านั้นได้ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังนี้

มากิและเคอร์จูเนียร์ (Maki & Kerr, 1979, p. 1 - 7) กล่าวได้ถึงตัวแบบว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มักจะเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงในส่วนของเนื้อหาคณิตศาสตร์ อาทิ เซต จำนวน เรขาคณิต ฟังก์ชัน อีกทั้งสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันในส่วนของเนื้อหาเหล่านั้นและเนื้อหาอื่น ๆ อาทิ การแปลงต่าง ๆ อสมการ กราฟ หรือแม้กระทั่งตาราง สอดคล้องกับ ปีเตอร์ เฟรด (Peter Frejd, 2014, p. 12 - 13) ที่ได้ให้ความหมายว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ การคิดสิ่งต่าง ๆ เพื่อปรับให้เป็นคณิตศาสตร์ โดยกำหนดระบบสัญลักษณ์ประกอบกับความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เช่น ระบบมิติ พื้นผิว เพื่อให้เป็นตัวแทนในการอธิบายสถานการณ์จริงที่ศึกษาให้อยู่ในรูปของคณิตศาสตร์ และสามารถเข้าใจสถานการณ์จริงได้ดีขึ้น

เมสัน และเดวิส (Mason & Davis, 1991) กล่าวถึงโดยสรุปถึงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า สิ่งบางประการที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินการอันจะนำเราไปสู่ข้อสรุปบางอย่าง ซึ่งสามารถ

นำเอาวิธีใช้ที่กว้างขวางและหลากหลายที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มาใช้ โดยตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ทำให้เราสามารถสรุป ลดเวลาและพื้นที่ในการดำเนินการทดลองโดยไม่ต้องกระทำในสถานการณ์จริงได้ หลังจากในตัวแบบจริงถูกสร้างขึ้นมาแล้ว ข้อความหรือแนวคิดของตัวแบบจะถูกแทนที่ด้วยตัวแปรที่ได้กำหนดขึ้น ในส่วนของโครงสร้างของสิ่งที่ได้มาเหล่านั้น อาจบอกได้ว่าเป็น ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับบาร์กเตียน วารากิ (Bakhtiar S. Varaki, 2006, p. 29) ที่ให้ความหมายว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คือ แบบจำลองของโลกจริงที่ถูกจำลองขึ้นมาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อทำความเข้าใจและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโลกจริงและโลกของคณิตศาสตร์ และยังสอดคล้องกับ โอค-ไค คัง และ จิชวา โน (Ok-Ki Kang, 2012, p. 1 - 2) ที่ได้ให้ความหมายว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คือ สิ่งที่เกิดจากกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นตัวแทนของสถานการณ์ของโลกจริงจริงที่ไม่ใช่สถานการณ์ของโลกคณิตศาสตร์ แต่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น กราฟ ตาราง สมการ เป็นต้น ช่วยในการอธิบายทำความเข้าใจ ค้นหาคำตอบ แปลความ เพื่อขจัดความซับซ้อนในสถานการณ์นั้น ทำให้สามารถเข้าใจสถานการณ์โลกจริงได้ดีขึ้น

สเวทซ์และฮาร์ทเลอร์ (Swetz & Hartzler, 1991, p. 1) ได้สรุปใจความสำคัญของความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ โครงสร้างบางประการที่เมื่อพิจารณาแล้วมักจะมีคณิตศาสตร์เข้าไปเกี่ยวข้อง สามารถใช้คาดการณ์หรือพยากรณ์อะไรบางอย่างที่จะเกิดขึ้นได้ สอดคล้องกับ ดอซซี (Dossey, 1996) ที่ได้กล่าวว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ออกแบบมาเพื่อพิจารณาในการทำความเข้าใจสำหรับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัว โดยเฉพาะ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและกำลังจะเกิดขึ้น โดยมักจะผนวกเอาความรู้ในเรื่องของการจำลองหรือสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟหรือตาราง ซึ่งผนวกกับโครงสร้างในส่วนที่ดำเนินการทดลอง เพื่อทำนายหรือพยากรณ์ให้เป็นสิ่งเดียวกัน และสอดคล้องกับ แคทเทอร์รีน มุทฐูรี (Catherine Muthuri, 2009, p. 231) ที่ให้ความหมายว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คือ แบบจำลองที่เป็นตัวแทนของโลกจริง เป็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่ถูกออกแบบมาโดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ ถูกสร้างขึ้นเพื่อช่วยในการตัดสินใจ พยากรณ์ปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต สามารถพัฒนาต่อยอดได้ และเห็นตรงกันกับเอยา อาซีเวน (Ayla Arseven, 2015, p. 973) ที่ได้ให้ความหมายว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คือสิ่งที่ช่วยเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ รอบตัวของมนุษย์ทั้งที่เกี่ยวข้องโดยตรงหรือเกี่ยวข้องทางอ้อมกับคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมนุษย์อาจนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา หรือใช้ทำความเข้าใจกับสถานการณ์ต่าง ๆ โดยตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะเป็นเครื่องมือช่วยให้มนุษย์ได้ทดลองแก้ปัญหาที่ก่อนลงมือทำ

จริง ร่วมกับใช้ความรู้ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ค้นหาคำตอบเพื่อนำคำตอบไปสู่ชีวิตประจำวันที่เป็นปัญหาของมนุษย์ ซึ่งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาเพิ่มเติมได้จากประสบการณ์ของมนุษย์ที่มีความแตกต่างกัน

ไดนยา (Dindyal, 2010, p. 94 - 95) กล่าวว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นตัวแทนของโลกจริงที่อยู่ในโลกของคณิตศาสตร์ เกิดจากกระบวนการที่สร้างสรรค์และมีความหลากหลาย โดยเริ่มจากนำสิ่งที่มีอยู่ในโลกจริงแล้วทำให้อยู่ในโลกของคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ความรู้คณิตศาสตร์ช่วยค้นหาข้อสรุป และนำข้อสรุปที่ได้จากการพิจารณา อธิบาย ตีความ เพื่ออธิบายย้อนกลับไปสู่โลกจริง สอดคล้องกับ โพลลาร์ ราเมียร์ส (Paola Ramirez, 2018, p. 972 - 979) ที่ได้ให้ความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า คือตัวแทนของสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริง ที่อยู่ในรูปแบบของคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวแบบนี้จะเป็นกฎแฉไปสู่การแก้ปัญหา การอธิบาย หรือการพยากรณ์สถานการณ์ในอนาคต สถานการณ์หรือปัญหาทุกอย่างในชีวิตจริงสามารถถูกสร้างเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ได้ หากมีข้อมูลหรือปัจจัยเพียงพอ

ซีฟาร์ ดันดาร์ (Sefa Dundar, 2012, p. 1) ได้สรุปใจความสำคัญของความหมายตัวแบบว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คือแบบจำลองของโลกจริงที่ถูกสร้างขึ้นมาจากความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณ พีชคณิต เรขาคณิต หรือแคลคูลัส เป็นต้น ออกแบบมาเพื่อใช้ความรู้คณิตศาสตร์ไปอธิบาย แก้ปัญหา เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของโลกจริง สอดคล้องกับจิออร์ดาโน ฟอกซ์ และฮอร์ตัน (Giordano, Fox, & Horton, 2014, p. 1) ที่กล่าวความหมายอย่างชัดเจนคือ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อศึกษาระบบหรือพฤติกรรมที่เราการศึกษาของโลกจริง โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ได้ข้อสรุปของสิ่งที่ต้องการศึกษา โดยข้อสรุปเหล่านี้สามารถตีความความกลับสู่โลกจริงเพื่อทำความเข้าใจ อธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ของโลกจริง

บิส โฟเวอร์ และกาลูโซ่ (Bliss, Fowler, & Galluzzo, 2014, p. 3) ได้อธิบายเพิ่มเติมในมุมมองของเขาถึงความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ว่า เป็นแบบจำลองทางความคิดที่เป็นตัวแทนของระบบต่าง ๆ ในโลกแห่งความเป็นจริง ที่สร้างขึ้นจากคณิตศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาของโลกจริงที่เป็นปัญหาในเชิงปริมาณและปัญหาในเชิงคุณภาพ เพื่อทำนายพฤติกรรมในอนาคตของโลกจริง

สำหรับนักการศึกษาไทย สุรสาล ผาสุข (2546, น. 11) ได้อธิบายในส่วนของความหมายสำหรับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง สิ่งบางอย่างที่มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะนำมาใช้เชื่อมโยงโลกคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริงเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งอาจจะมีรูปแบบที่ค่อนข้างหลายหลาย

และแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับการใช้งานในบริบทนั้น ๆ อาทิ การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟ การนำเสนอข้อมูลด้วยตาราง สูตรการหาค่าต่าง ๆ แบบจำลองที่เอาไปใช้ในการทดลอง รวมไปถึงฟังก์ชัน เป็นต้น ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับ พรพิศ ศรีษาคำ (2548, น. 12) ที่สรุปความหมายสำคัญของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คือ สิ่งที่ได้จากการออกแบบและสร้างขึ้นโดยอาศัยแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ถูกนำมาพิจารณาช่วยในการสื่อความหมายของปรากฏการณ์จริงที่เราศึกษา ในด้านของความสัมพันธ์ต่าง ๆ สามารถเขียนในรูปแบบที่แตกต่างกันไป เช่น การกำหนดตัวแปรโดยตัวแปรที่ได้ออกมาเมื่อนำไปใช้ในการกำหนดสูตรต่าง ๆ สูตรที่ได้ออกมาจะถือว่าเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือ กราฟ ตาราง นิพจน์ เป็นต้น และได้มีความเห็นไปในทิศทางเดียวกับกนกวรรณ จูตินิรันดร (2553, น. 1) ที่ได้ให้ความหมายตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงความเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ของปัญหาที่อยู่ในสิ่งที่เรากำหนดขึ้นมา โดยอาจจะเป็นได้หลายอย่าง เช่น ฟังก์ชัน หรือสูตรแสดงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เพราะจะช่วยให้สามารถเข้าใจปรากฏการณ์นั้นได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงการที่ผู้ใช้จะประยุกต์ความรู้ที่ตนเองมีในการตัดสินใจเพื่อหาข้อสรุปที่ดีที่สุดได้

ศิริชชรินทร์ ยศสรวรินทร์ (2559, น. 12) ได้มีมุมมองต่อ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ว่า ตัวแบบนี้จะเกิดขึ้นมาได้นั้นจะต้องผ่านจากกระบวนการสร้างเชิงคณิตศาสตร์ โดยสร้างขึ้นมาจากวัตถุประสงค์ในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์หรือสถานการณ์จริง โดยต้องนำเอาสถานการณ์จริงมาใช้ในการอธิบายและนำเสนอเพื่อปรับเปลี่ยนสิ่งเหล่านี้ให้อยู่ในโลกของคณิตศาสตร์ แล้วพิจารณาค้นหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตรงตามวัตถุประสงค์ อันจะนำไปสู่ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ จากนั้นแปลข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อสรุปของปรากฏการณ์หรือสถานการณ์จริงที่เราสนใจศึกษา โดยกระบวนการสร้างเชิงคณิตศาสตร์มักใช้สิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ อาทิ ฟังก์ชัน สมการ ตาราง กราฟ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับอิสริยา ปรมัตถการ (2562, น. 9) ที่ได้ให้ความหมายว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่ถูกสร้างขึ้นจากแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เอาไปใช้สำหรับอธิบายลักษณะที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เราสนใจจะพิจารณาให้อยู่ในรูปแบบของคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์นี้มีได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริบทหรือสถานการณ์ที่เรานำไปใช้ อาทิ การนำเสนอด้วยกราฟ การนำเสนอด้วยตาราง สูตรการหาค่าต่าง ๆ ตัวแปรที่กำหนด นิพจน์ ตาราง รูปเรขาคณิต แผนภาพต้นไม้ สถานการณ์จำลอง สมการ และการทดลอง เป็นต้น

จากที่ได้ศึกษาความหมายของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่ถูกสร้างขึ้นจากแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ และสำหรับอธิบายลักษณะที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เราสนใจจะพิจารณาให้อยู่ในรูปแบบของคณิตศาสตร์ อาทิ ฟังก์ชัน กราฟ ตาราง สมการ อสมการ เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้ ใช้ฟังก์ชันเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งฟังก์ชันที่นำมาใช้ ได้แก่ ฟังก์ชันเส้นตรง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันควอดราติก

2.1.2 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่จะต้องเริ่มต้นจากปรากฏการณ์จริงที่เป็นปัญหาและสามารถได้ข้อสรุปออกมาเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปของปรากฏการณ์จริงที่เป็นปัญหานั้น ๆ กระบวนการนี้มีนักคณิตศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายไว้ เช่น

สำหรับ ฮอดสัน (Hodgson, 1995, pp. 352 - 354) ได้แบ่งการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน เป็นด้าน ๆ ดังนี้

1. ด้านการแก้ปัญหา

ตัวแบบคือ การแก้ปัญหา นักเรียนต้องเผชิญหน้ากับปัญหาและตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์จริง โดยสถานการณ์ที่เป็นความสนใจของนักเรียนจะทำให้นักเรียนต้องการหาคำตอบแต่อย่างไรก็ตามตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ภายใต้สถานการณ์จริงอาจจะยังไม่ชัดเจน มีความคลุมเครือ นักเรียนอาจจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้โดยตรง ทำให้นักเรียนต้องใช้ความพยายามในการแก้ปัญหา โดยสรุปแล้ว ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้รวบรวมบริบทของการแก้ปัญหาเข้าไว้ด้วยเพื่อพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ นั่นคือการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนจะส่งเสริมการพัฒนาทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน

2. ด้านการเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง

การแก้ปัญหาที่ต้องต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ไม่ใช่สิ่งใหม่ในการศึกษาคณิตศาสตร์ ซึ่งใน ค.ศ. 1938 PEA (Progressive Education Association) ได้กล่าวในรายงานว่า ครูคณิตศาสตร์ได้ให้นักเรียนแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงโดยให้นำความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางคณิตศาสตร์และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ เช่นเดียวกันกับมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ของ NCTM ที่ได้เน้นกิจกรรมอันจะนำไปสู่ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เพราะมีจุดประสงค์ปลายทางเพื่อผลิตพลเมืองให้เป็นบุคคลซึ่งมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น หลักสูตรคณิตศาสตร์ควรจะเตรียมนักเรียนให้สามารถแปลความหมายของสถานการณ์จริงที่ต้องเผชิญโดยใช้ความรู้

คณิตศาสตร์เช่น กราฟ ตาราง สถิติ และใช้ความรู้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาสถานการณ์จริง ซึ่งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนจะการบูรณาการระหว่างความรู้ในสถานการณ์จริงที่มีอยู่ของตนเองกับคณิตศาสตร์ เพื่อนำมามีส่วนร่วม ซึ่งจะส่งเสริมการนำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ช่วยแก้ปัญหาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบริบทของนักเรียน โดยครูสามารถจำลองสถานการณ์จริงจากการนำเสนอปรากฏการณ์ที่หลากหลายเพื่อที่จะให้เกิดแนวทาง หรือวิธีการ ความหลากหลายทางความคิด การบูรณาการของกระบวนการหรือทักษะต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถพิจารณาหาข้อสรุปของปรากฏการณ์นั้น ๆ จนบรรลุเป้าหมาย

3. ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ

การเชื่อมโยงระหว่างระหว่างวิชาต่าง ๆ มีความสำคัญเป็นอย่างมากตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เช่นเดียวกัน ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ก็เน้นเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ในหลักสูตร เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปะ สังคมศึกษา เป็นต้น มากกว่าไปกว่านั้นความยุ่งยากซับซ้อนที่เกิดจากกระบวนการของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ยังมีความเหมาะสมในการใช้วิธีเรียนแบบร่วมมือซึ่งครูจำนวนมากได้ใช้วิธีเรียนแบบนี้ โดยเมื่อนักเรียนสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกลุ่มขึ้นมา จะเกิดการมีปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนกับเพื่อนคนอื่น ๆ และทำให้เกิดการอภิปรายในชั้นเรียน เช่น อภิปรายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหาเริ่มต้น ขั้นตอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และข้อจำกัดของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นต้น

4. ด้านเจตคติ

นักการศึกษากลุ่มบางกลุ่มที่เน้นด้านเนื้อหาการเรียนรู้อาจได้มองถึงสำคัญของการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติกิจกรรมโดยนักเรียนมีส่วนร่วม แต่อย่างไรก็ตาม การมีส่วนร่วมของนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมจะไม่เกิดขึ้นกับนักเรียนที่ไม่มีความต้องการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งความต้องการเรียนคณิตศาสตร์ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของผลด้านเจตคติที่ของนักเรียนในด้านของวิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีปกตินั้น ส่วนมากครูจะนำเสนอเนื้อหาที่คิดว่าควรจะต้องให้นักเรียนได้เรียน คิดว่ามีความสำคัญ แต่ปรากฏว่าล้มเหลวในการพิจารณาถึงความสำคัญด้านเจตคติของนักเรียน จะต้องพิจารณาถึงการที่จะทำให้ให้นักเรียนที่ไม่ได้ศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นหรือนักเรียนที่ไม่ได้เข้าสู่วิชาชีพที่ใช้คณิตศาสตร์ ได้เห็นความสำคัญโดยมีมุมมองหรือแนวคิดในการอยากรู้ อยากเรียนหรือสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ และมาตรฐานสำหรับครูคณิตศาสตร์ของ NCTM ได้เสนอแนะว่า นักเรียนควรได้มีโอกาสในการใช้ความรู้ของตนเองเกี่ยวกับการประยุกต์ของคณิตศาสตร์โดยครูอาจทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจว่าคณิตศาสตร์

เชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตของนักเรียนโดยตรง คณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตจริงไม่ได้แยกออกมาจากชีวิตจริง ซึ่งถือว่าเป็นข้อดีของการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการเรียนการสอนและทำให้นักเรียนต้องการเรียนคณิตศาสตร์

5. ด้านความรู้ทางสถิติ

บ่อยครั้งที่พบว่า ความรู้ทางสถิติเข้ามามีบทบาทมากมายในสังคมปัจจุบัน เช่น หนังสือพิมพ์ได้นำเสนอข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในรูปของสถิติ อาทิ รูปของกราฟต่างๆ หรือการนำเสนอข้อมูลเชิงตัวเลข มาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ของ NCTM ได้เสนอว่า หลักสูตรในทุก ๆ ระดับชั้น สิ่งที่สำคัญและจำเป็นมาก ๆ คือ ครูควรให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ตนเองได้ไปสำรวจ ค้นหา เก็บข้อมูล เพราะตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ก็เน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยในชั้นเรียนนักเรียนจะทำการสืบสวนสอบสวนปัญหาในสถานการณ์จริงจากระบุตัวแปรของปัญหา ออกแบบและทำการทดลอง เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมของตัวแปร วิเคราะห์ข้อมูล แสดงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ อธิบายผลของการทดลอง และใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตอบคำถามสถานการณ์จริง ซึ่งจากกระบวนการเหล่านี้ นักเรียนต้องพัฒนาวิธีการเพื่อหาข้อมูลที่เป็นไปได้จริง และทดสอบข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจ หลายครั้งที่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มักจะอยู่ในรูปสมการซึ่งเหมาะสมที่สุดกับข้อมูล และสามารถหาได้จากการวิเคราะห์การถดถอย โดยทั่วไปแล้วการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ถือเป็นพื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญในกิจกรรมที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มากกว่านั้นข้อมูลที่ถูกระบุวิเคราะห์ส่วนใหญ่จะอยู่ภายใต้บริบทของปัญหาจริงซึ่งเป็นการให้นักเรียนรู้จักการประยุกต์ใช้สถิติในชีวิตจริง

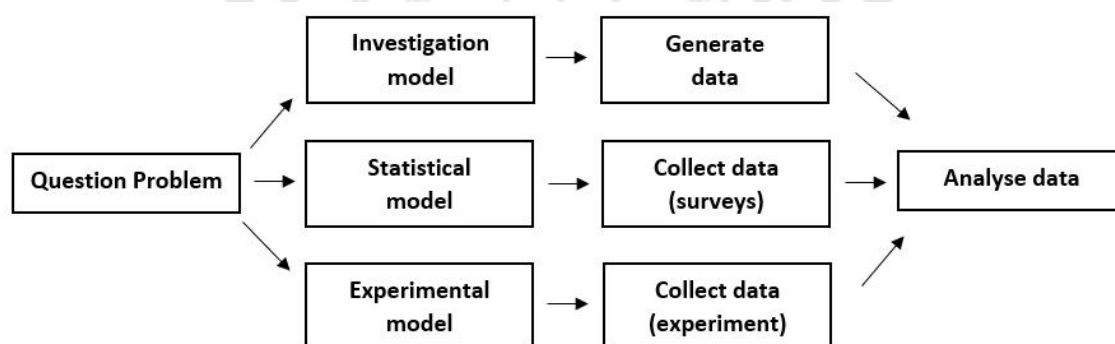
อัง (Ang Keng Cheng, 2009, p. 1) ได้กล่าวถึงการใช้ตัวแบบ คือ เป็นแนวทาง ขั้นตอนวิธีการที่พยายามทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่มนุษย์พบเจอ ซึ่งปรากฏการณ์ที่พบเจอนั้น บางครั้งมักจะทำความเข้าใจได้ค่อนข้างยาก จึงต้องปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เพราะจะสามารถหาข้อสรุปออกมาได้ง่ายขึ้น หรือกล่าวได้อีกอย่างว่ากระบวนการนี้จะเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับ จีระศักดิ์ ดีสะเมาะ (2562, น. 20) ที่กล่าวถึงการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จะเป็นสิ่งที่คอยช่วยในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ สถานการณ์ สิ่งที่ยากต่าง ๆ ให้เข้าใจได้มากยิ่งขึ้น ช่วยแปลเปลี่ยนสิ่งเหล่านี้ให้สามารถอยู่ในรูปของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้อันจะนำไปสู่ข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ เพื่อแปลเปลี่ยนข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ให้ออกมาอยู่ในรูปของข้อสรุปในปรากฏการณ์ที่เราสนใจจะศึกษานั้น ๆ

จากการได้ศึกษาความหมายของการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จะได้เห็นถึงมุมมองของนักการศึกษาที่มองเห็นถึงความสำคัญเป็นอย่างมากกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการช่วยอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอ รวมถึงการแก้ปัญหาต่าง ๆ และการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จะทำให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างชีวิตจริงกับคณิตศาสตร์ ซึ่งการเชื่อมโยงตรงนี้จะเป็นส่วนสำคัญที่สุดที่เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์ สิ่งตรงนี้จะสามารถชี้ให้นักเรียนเห็นได้อย่างง่าย ในงานวิจัยนี้ การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีกระบวนการ โดยเริ่มจากอธิบาย ตีความ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาชีวิตจริงเพื่อแปลงให้อยู่ในบริบทสถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ จากนั้นพิจารณาเลือกปรับประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ร่วมกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหา ค้นหาข้อสรุป จากนั้นพิจารณาข้อสรุปที่ได้เพื่อไปแปลความหมาย คาดการณ์ พยากรณ์ ให้เป็นข้อสรุปของสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

2.2 ประเภทของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ในการศึกษาการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักการศึกษาได้จำแนกประเภทของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

อิงลิช (English, 1999, p. 118 - 129) ได้จำแนกตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแบ่งเป็นช่วงวัยของนักเรียนที่มี อายุ 11-16 ปี โดยได้จำแนกออกเป็นทั้งหมด 3 กลุ่ม ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบ 2 ประเภทของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของอิงลิช

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก English (1999, p. 122)

กลุ่มที่ 1 ตัวแบบเชิงการสืบสวน (Investigational Models) เป็นตัวแบบที่ต้องมีตัวแบบเริ่มต้นเพื่อสร้างข้อมูล (Generate data) ซึ่งจะนำไปสู่การเป็นตัวแบบในรูปทั่วไปมากขึ้น ปัญหา

หรือความยุ่งยากของนักเรียนจะอยู่ที่การหาตัวแบบเริ่มต้นเพราะส่วนใหญ่นักเรียนมักไม่รู้ว่าตนเองกำลังหาอะไรอยู่

กลุ่มที่ 2 ตัวแบบเชิงทางสถิติ (Statistical Models) โดยทั่วไปตัวแบบจะเป็นสมมติฐาน ซึ่งต้องอาศัยระเบียบวิธีการทางสถิติในการค้นหาความจริง เช่น กลุ่มตัวอย่าง แบบสอบถาม และการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งถ้านักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูล (Collect data - surveys) ด้วยตนเอง ในกรณีนี้จะถือว่าการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการใช้ตัวแบบ หรือนักเรียนจะใช้ข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิก็ได้

กลุ่มที่ 3 ตัวแบบเชิงการทดลอง (Experimental Models) ตัวแบบเริ่มแรกของตัวแบบชนิดนี้สร้างขึ้นจากการสังเกตข้อมูลที่ได้จากการทดลอง (Collect data - experiment) กราฟที่ได้จะเกิดจากข้อมูลที่สังเกตและสุดท้ายจะถูกเก็บไว้ในรูปของสเปรดชีท (Spreadsheet)

ในขณะที่ จิออร์ดาโน ฟอกซ์ และฮอร์ดัน (Giordano et al., 2014, p. 60 - 61) ได้พิจารณาแล้วจำแนกตัวแบบออกเป็นทั้งหมด 4 ชนิดหลัก คือ

ชนิดที่ 1 ตัวแบบที่สร้างขึ้น (Model construction) เป็นตัวแบบที่ต้องอาศัยแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องหรือเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ภายใต้ต้องพิจารณาร่วมกับข้อมูลหรือสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในปรากฏการณ์จริงที่สนใจศึกษา

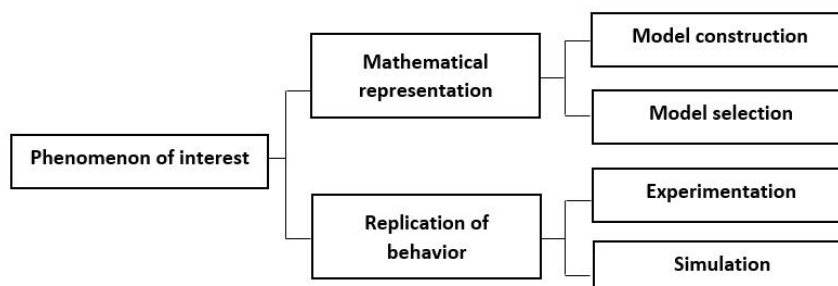
ชนิดที่ 2 ตัวแบบที่ได้จากการเลือก (Model selection) เป็นตัวแบบที่ได้จากการพิจารณาความเหมาะสมของ สูตรการหาค่าต่าง ๆ ฟังก์ชันที่มีความเหมาะสมกับปรากฏการณ์นั้น ๆ หรือสมการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยตัวแบบชนิดนี้จะต้องเลือกมาจากตัวแบบที่มีอยู่แล้ว เช่น สมการกำลังสอง สมการเอกซ์โพเนนเชียล สมการการถดถอย ฯลฯ โดยจะต้องเลือกให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์จริงมากที่สุด

ชนิดที่ 3 ตัวแบบที่มีการทดลอง (Experimentation) เป็นตัวแบบที่ได้จากการสังเกตจากการทดลองจริงโดยตรง

ชนิดที่ 4 ตัวแบบที่อยู่ในรูปของสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นตัวแบบที่ได้จากการสังเกตและพิจารณาจากสถานการณ์จำลองที่ถูกสร้างขึ้น

โดยเริ่มแรกจะต้องมีปรากฏการณ์ที่สนใจ (Phenomenon of interest) สองชนิดแรกเป็นตัวแบบที่มีโครงสร้างที่จะต้องมีความคณิตศาสตร์เข้าไปมีส่วนร่วมเสมอ อาจอยู่ในรูปแบบของตัวแปรนิพจน์ หรือสิ่งอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง โดยจะอยู่ลักษณะที่เป็นแบบนามธรรม (Mathematical representation) ส่วนที่เหลือคือตัวแบบซึ่งเป็นรูปธรรมที่สามารถใช้คาดการณ์ พยากรณ์ ทำนาย

เพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์ของสถานการณ์จริงได้ (Replication of behavior) สามารถจำแนกประเภทของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ ดังภาพประกอบที่ 3



ภาพประกอบ 3 ประเภทของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ จิออร์ดาโน ฟอกซ์ และฮอร์ตัน

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Giordano et al. (2014, p. 60)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยจะให้นักเรียนมุ่งเน้นการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ชนิดที่ 2 ตัวแบบที่ได้จากการเลือก (Model selection) เป็นตัวแบบที่ได้จากการพิจารณาความเหมาะสมของ สูตรการหาค่าต่าง ๆ ฟังก์ชันที่มีความเหมาะสมกับปรากฏการณ์นั้น ๆ หรือสมการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยตัวแบบชนิดนี้จะต้องเลือกมาจากตัวแบบที่มีอยู่แล้ว เช่น สมการกำลังสอง สมการเอกซ์โพเนนเชียล สมการการถดถอย ฯลฯ โดยจะต้องเลือกให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์จริงมากที่สุด ของจิออร์ดาโน ฟอกซ์ และฮอร์ตัน

2.3 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เนื่องจากการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีแนวทางการใช้งาน ขั้นตอนต่าง ๆ และมีวิธีการในแต่ละขั้นตอนที่แตกต่างกัน บางแนวทางสามารถใช้งานได้ง่าย บางแนวทางต้องอาศัยความเข้าใจในการใช้ หรือแม้กระทั่งบางแนวทางที่มีการใช้งานที่ค่อนข้างซับซ้อนเป็นอย่างมาก ดังนั้นในการศึกษาการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักการศึกษาจำนวนหนึ่งได้ศึกษาค้นคว้า และพัฒนากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของตนเอง ผู้วิจัยรวบรวมกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์บางส่วน ดังนี้

สเวทซ์และฮาร์ทเลอร์ (Swetz & Hartzler, 1991, p. 3) ได้พัฒนากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นการผสมผสานของขั้นตอนหลักจำนวน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง (Real-World Phenomenon) สังเกตปรากฏการณ์นั้นแล้วทำความเข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่พบเจอ พิจารณาเพื่อดูถึงสิ่งที่มีความเกี่ยวข้อง มีความ

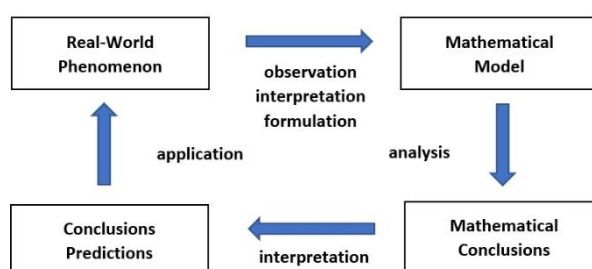
เชื่อมโยง หรือมีความสัมพันธ์ เพื่อกำหนดลักษณะของตัวแปรในเชิงของคณิตศาสตร์อันจะนำสู่การเชื่อมโยงไปยังปรากฏการณ์ที่เราสนใจศึกษาหรือปรากฏการณ์ที่เกิดเป็นปัญหาขึ้น (Observation interpretation formulation)

ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร พิจารณาถึงตัวแปรต่าง ๆ อาจจะทำหน้าที่เพื่อความเข้าใจในการที่จะพยากรณ์ เพื่อแปลความหมายของสิ่งที่เชื่อมโยงกัน เพื่อให้สิ่งเหล่านั้นปรากฏอยู่ในรูปตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) จากนั้นทำการวิเคราะห์ (Analysis) เลือกใช้เครื่องมือที่มีความเกี่ยวข้อง เหมาะสม สามารถใช้งานได้ดีซึ่งแก้ปัญหา โดยเครื่องมือที่กล่าวถึงคือเครื่องมือทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Conclusions) แล้วทำการตีความและแปลความหมาย (interpretation) พิจารณาอย่างถี่ถ้วนในทางคณิตศาสตร์เพื่อหาความสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่เราต้องการจะศึกษา หาความสัมพันธ์ เหตุสมผล คิดทบทวนและปรับปรุงตัวแบบที่ได้ เพื่อให้ได้สิ่งที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยสามารถย้อนกลับไปขั้นตอนที่ 1 หรือ ขั้นตอนที่ 2 ได้

ขั้นตอนที่ 4 หากข้อสรุปทางคณิตศาสตร์มีความเหมาะสมก็จะถือว่าได้ข้อสรุป คำตอบ หรือ การพยากรณ์ (Conclusions Predictions) เพื่อนำไปประยุกต์ (Application) ใช้กับสถานการณ์จริง (Real-World Phenomenon)

สามารถแสดงขั้นตอนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ ดังภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบ 4 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของสเวทซ์และฮาร์ทเลอร์

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Swetz & Hartzler (1991, p. 3)

จิออดาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน (Giordano et al., 2014, p. 59 - 60) ได้มีแนวคิดเช่นเดียวกัน โดยได้พัฒนากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยจะพบว่าสิ่งที่เกิดขึ้นนี้ คือ กระบวนการที่มีลักษณะเป็นวงจร ซึ่งมีจำนวน 4 ขั้นตอน เริ่มจากข้อมูลสถานการณ์จริง (Real-world Data)

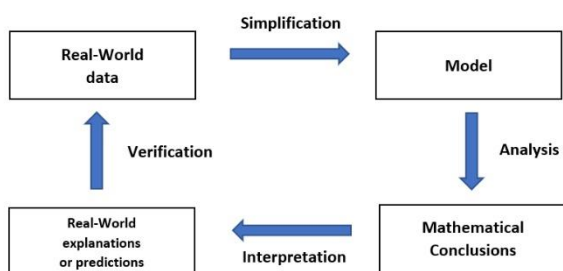
ขั้นตอนที่ 1 การทำให้เข้าใจง่าย (Simplification) เพื่อให้เป็นตัวแทน (Model) โดยเริ่มจากการสังเกตลักษณะเฉพาะ โดยจะต้องเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ๆ ของปรากฏการณ์ที่เราต้องการศึกษา เพื่อที่จะได้พิจารณาหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกัน ซึ่งตามปกติเป็นไปได้ที่จะค้นพบข้อมูลทุก ๆ สิ่งในปรากฏการณ์ หากข้อมูลใดที่ไม่มีความสำคัญ เราสามารถไม่นำมาพิจารณาร่วมได้

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis) และแปลงเป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์หาคำตอบของตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์โดยการพิจารณาทำนาย หรือพยากรณ์ ตัวแบบที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่เราหามา กับปรากฏการณ์ที่เราสนใจ แล้วใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องหาคำตอบของตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์นั้น

ขั้นตอนที่ 3 การแปลความหมาย (Interpretation) เพื่อนำไปสู่การทำนาย พยากรณ์ การอธิบาย ปรากฏการณ์ที่เราสนใจจะศึกษาหรือสถานการณ์จริง (Real-World Explanations or Predictions) โดยพิจารณาหาข้อสรุปจากคำตอบหรือบทสรุปของตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 แล้วนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์จริง

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบ (Verification) เพื่อพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และนำกลับสู่สถานการณ์จริง (Real-world Data) โดยอาจจะใช้การพิจารณาความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของข้อสรุปที่ได้จาก หลายหลากแง่มุม พิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผล รวมถึงการตรวจสอบความเป็นไปได้ของข้อสรุปนั้น

หากพิจารณาเพิ่มเติมแล้วพบว่า ตัวแบบที่ได้มานั้นยังไม่มีที่เหมาะสม อาจจะใช้งานไม่ได้ไม่เต็มที่ ถ้าพัฒนาแล้วสามารถใช้งานได้ดีกว่าเดิม หรือสามารถใช้ได้จริงแต่บางปรากฏการณ์ เมื่อนำไปใช้กับพบว่าไม่สมเหตุสมผล หรือนำไปใช้ครั้งต่อ ๆ ไปพบว่าไม่สามารถทำนายหรือพยากรณ์ค่าออกมาได้ตรงตามจริง สามารถเปลี่ยนแปลงตัวแบบใหม่ก็สามารถทำได้ ซึ่งขั้นตอนการใช้ตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบ 5 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ จิออดาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Giordano et al. (2014, p. 60)

แครร์เรียร์ อามาเนโด และลีคอก (Carreira, Amado, & Lecoq, 2011, p. 203) ได้พัฒนากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีขั้นตอนเป็นพลวัต ไว้จำนวน 4 ขั้นตอน

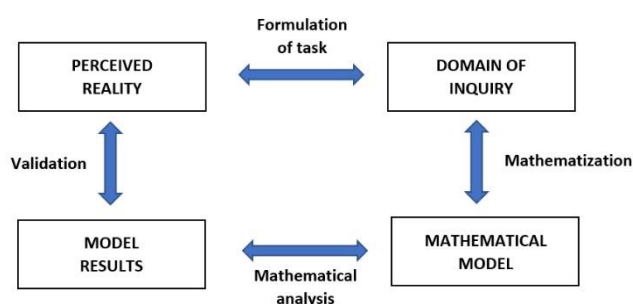
ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาความเป็นจริงที่สามารถรับรู้ได้ (Perceived Reality) จากนั้นกำหนดสิ่งที่ต้องการพิจารณา (Formulation of task)

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดขอบเขตของการสืบสอบ (Domain of Inquiry) ทำการสืบสอบโดยใช้กระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematization)

ขั้นตอนที่ 3 เลือกตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ที่มีความเหมาะสมเพื่อใช้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical analysis) หาคำตอบของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 สร้างตัวแบบของคำตอบ (Model Results) เพื่อพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ (Validation)

สามารถแสดงกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ดังภาพประกอบที่ 6

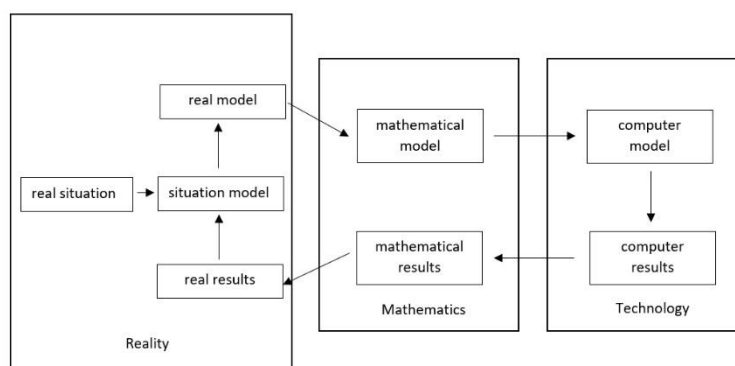


ภาพประกอบ 6 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของแครร์เรียร์ อามาเนโด และลีคอก

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Carreira et al. (2011, p. 203)

กรีเฟรด (Greefrath, 2011, p. 301 - 302) ได้พัฒนากระบวนการใช้ตัวแบบของบุมและไลท์ (Blum and Leiß, 2006) โดยนำเทคโนโลยีเข้าไปใช้ในการช่วยหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ โดยกรีเฟรดได้แบ่งโลกออกเป็น 3 โลก โลกที่หนึ่งคือโลกของความเป็นจริง โลกที่สองคือโลกของคณิตศาสตร์ และโลกที่สามคือโลกของเทคโนโลยี เริ่มแรกจะมีสถานการณ์จริง (Real situation) ที่ต้องการหาคำตอบ ปรับสถานการณ์จริงให้อยู่ในตัวแบบจำลองของสถานการณ์ (Situation model) เพื่อกำหนดแบบจำลองจริง (Real model) ที่มีความเหมาะสม จากนั้นแปลกให้อยู่ในโลกของคณิตศาสตร์ ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) เพื่อที่จะนำไปสู่โลกของเทคโนโลยีโดยแปลงจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้อยู่ในตัวแบบเชิงคอมพิวเตอร์ (Computer model) และใช้เทคโนโลยีให้ได้คำตอบของคอมพิวเตอร์ (Computer results) เพื่อแปลงกลับให้อยู่ในรูปของคำตอบของคณิตศาสตร์ (Mathematical results) จากนั้นแปลกคำตอบของคณิตศาสตร์สู่คำตอบของโลกจริง (Real results) พิจารณาความถูกต้องและความสมเหตุสมผลเพื่อนำไปตีความ อธิบาย สถานการณ์จริง

ขั้นตอนกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกรีเฟรดสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 7

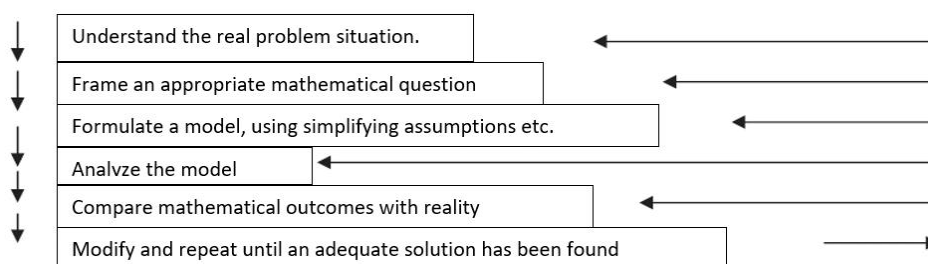


ภาพประกอบ 7 กระบวนการใช้ตัวแบบของกรีเฟรด

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Greefrath (2011, p. 301 - 302)

แต่สำหรับแกลเบรith (Galbraith, 2013, p. 316 - 317) ที่ได้ดัดแปลงการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของเพรดเลย์ (Pedley, 2005) ได้ศึกษาและอธิบายเพิ่มเติมว่า กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะเริ่มได้เมื่อมีปรากฏการณ์ที่พบเจอแล้วต้องการหาข้อสรุปของปรากฏการณ์นั้น ๆ โดยเริ่มจากทำความเข้าใจปัญหาของสถานการณ์จริง (Understand the real problem

situation) เพื่อกำหนดกรอบคำถามทางคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสม (Frame an appropriate mathematical question) สามารถนำไปสู่การค้นหาคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ได้ จากนั้นกำหนดรูปแบบ โดยใช้สมมติฐานที่ง่าย (Formulate a model, using simplifying assumptions etc.) การกำหนดรูปแบบอาจอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น ฟังก์ชัน กราฟ สมการ เป็นต้น วิเคราะห์รูปแบบ (Analyze the model) เพื่อเปรียบเทียบกับผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่จริง (Compare mathematical outcomes with reality) แก้ไขและปรับปรุงรูปแบบหากพบข้อผิดพลาด (Modify and repeat until an adequate solution has been found) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการวนซ้ำ หากไม่สามารถทำขั้นต่อไปได้ก็ให้วนกลับไปทำขั้นก่อนหน้า ขั้นตอนในระหว่างการทำได้มาของรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์แสดงดังภาพประกอบที่ 8



ภาพประกอบ 8 กระบวนการได้มาของรูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ของแกลเบรith

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Galbraith, 2013 (p. 316 - 317)

ยีน (Yin, 2015, p. 207) ได้พัฒนาแบบจำลองของ อัง (Ang, 2011) ซึ่งมีกระบวนการใช้รูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกับการใช้รูปแบบของจีโอดาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน โดยมีกระบวนการที่ประกอบไปด้วยจำนวนขั้นตอน 4 ขั้นตอนดังนี้

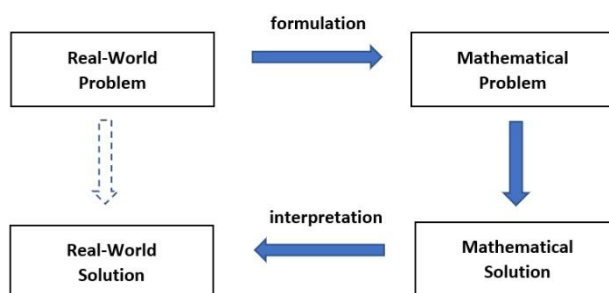
ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาสถานการณ์จริง (Real-World Problem) แล้วคาดเดาคำตอบของสถานการณ์จริง (Real-World Solution)

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาสร้าง (Formulation) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem) จากสถานการณ์จริง

ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาเพื่อให้ได้ข้อสรุปเพื่อที่จะนำมาสู่ข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Solution)

ขั้นตอนที่ 4 การแปลความหมาย (Interpretation) จากคำตอบหรือสิ่งที่ค้นหาของปัญหาทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่คำตอบหรือสิ่งที่ของสถานการณ์จริงต้องการ (Real-World Problem)

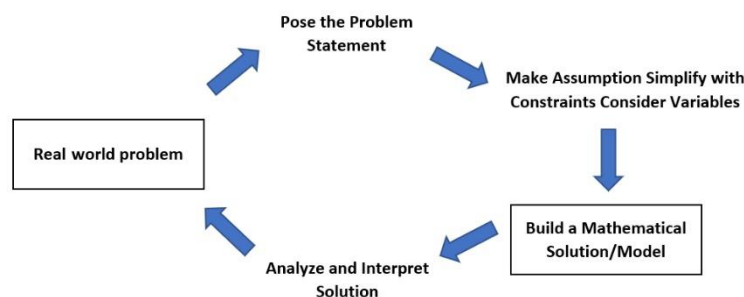
สามารถแสดงขั้นตอนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ดังภาพประกอบที่ 9



ภาพประกอบ 9 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของยีน

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Yin (2015, p. 207)

ซูลและซีไฮเยอร์ (Suh & Seshaiyer, 2017, pp. 40 - 43) ได้มีแนวคิดคล้ายกันจึงได้พัฒนากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ บิส โฟเวอร์ และกาลูโซ่ (Bliss, Kathleen R. Fowler, & Benjamin J. Galluzo, 2014) โดยแรกเริ่มของกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จะเริ่มมาจากปัญหาของโลกจริง (Real World Problem) จากนั้นจะต้องชี้แจงว่าปัญหาจะสามารถแก้ไขได้อย่างไรบ้าง (Post the Problem Statement) เพื่อตั้งสมมติฐาน พิจารณาให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยการสร้างหรือปรับเปลี่ยนตัวแปรและค่าต่าง ๆ (Make Assumptions Simplify with Constraints Consider Variables) เพื่อให้สามารถสร้างออกมาอยู่ในรูปของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และหาคำตอบของตัวแบบนั้น (Build a Mathematical Solution/Model) เพื่อนำคำตอบที่ได้ไปวิเคราะห์ แปลความหมาย (Analyze and Interpret Solution) ให้เป็นคำตอบของโลกจริง สามารถแสดงกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ดังภาพประกอบที่ 10



ภาพประกอบ 10 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของซูล และซีเซเยอร์

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Suh & Seshaiyer (2017, p. 40 - 43)

เฟอร์รี (Ferri, 2018, p. 25) ได้พัฒนากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จนได้รับความนิยม โดยกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีจำนวน 7 ขั้นตอน โดยแบ่งโลกออกเป็น 2 โลก คือโลกของจริง (Rest of the world) โลกของคณิตศาสตร์ (National Council of Teacher of Mathematics) เริ่มต้นกระบวนการจากการมีสถานการณ์จริง (Real situation)

ขั้นตอนที่ 1 อ่านทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the task) แล้วทำให้เป็นการจำลองสถานการณ์ (Mental representation of the situation)

ขั้นตอนที่ 2 ทำให้ง่ายขึ้น (Simplifying/structuring) เพื่อทำเป็นตัวแบบจริง (Real model)

ขั้นตอนที่ 3 คิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematizing) เพื่อแปลงตัวแบบจริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model)

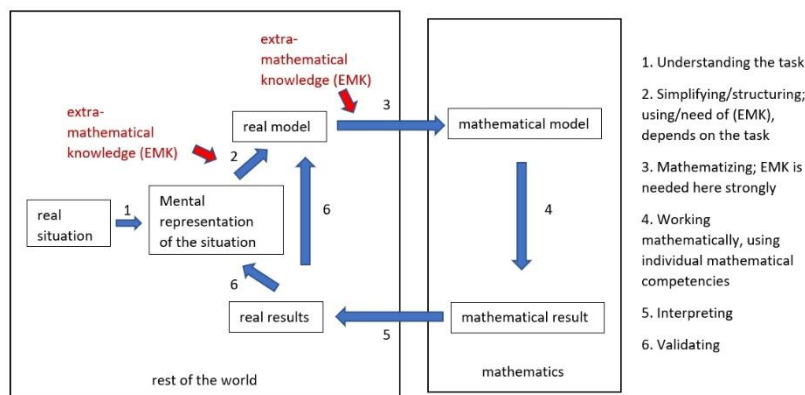
ขั้นตอนที่ 4 การทำให้เป็นคณิตศาสตร์ (Making mathematically) เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical results)

ขั้นตอนที่ 5 แปลความหมาย (Interpretation) จากคำตอบเชิงคณิตศาสตร์สู่คำตอบของโลกจริง (Real results)

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบความเหมาะสม (Validation) เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของคำตอบ

ขั้นตอนที่ 7 นำเสนอ (Presenting) คำตอบที่เหมาะสม สอดคล้อง สู่สถานการณ์จริง (Real situation)

สามารถแสดงขั้นตอนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ดังภาพประกอบที่ 11



ภาพประกอบ 11 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของเฟอริ

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Ferri (2018, p. 25)

บลูม และไลท์ (Blum & Leiß, 2018, p. 21) ที่ได้พัฒนารูปแบบของกระบวนการในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งจะมีจำนวนขั้นตอนทั้งหมด 7 ขั้นตอนเช่นเดียวกัน โดยเริ่มจากสถานการณ์จริง (Real situation)

ขั้นตอนที่ 1 การสร้าง (Constructing) ตัวแบบของสถานการณ์ (Situation model)

ขั้นตอนที่ 2 ทำให้ง่ายขึ้น (Simplifying/structuring) เพื่อให้ได้ตัวแบบจริง (Real model)

ขั้นตอนที่ 3 คิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematizing) เพื่อแปลงตัวแบบจริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model)

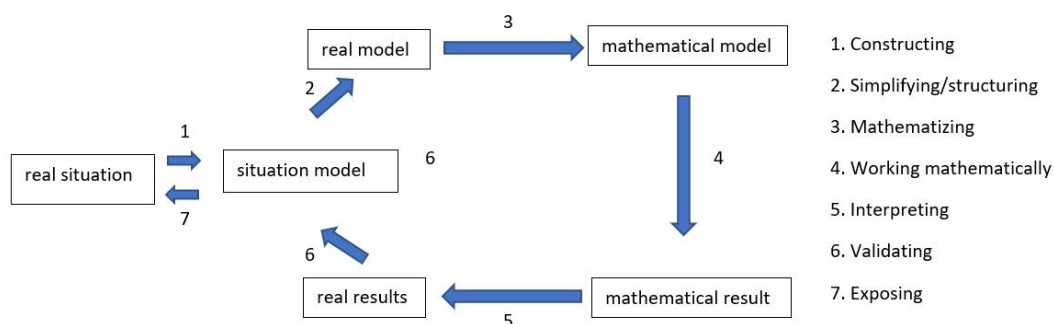
ขั้นตอนที่ 4 การทำงานทางคณิตศาสตร์ (Working mathematically) เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical results)

ขั้นตอนที่ 5 แปลความหมาย (Interpretation) จากคำตอบเชิงคณิตศาสตร์สู่คำตอบจริง (Real results)

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบความเหมาะสม (Validation) เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของคำตอบจริงกับตัวแบบของสถานการณ์

ขั้นตอนที่ 7 นำคำตอบของตัวแบบของสถานการณ์ (Exposing) ไปอธิบายสถานการณ์จริง

สามารถแสดงขั้นตอนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ดังภาพประกอบที่ 12



ภาพประกอบ 12 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ บลูม และไลท์

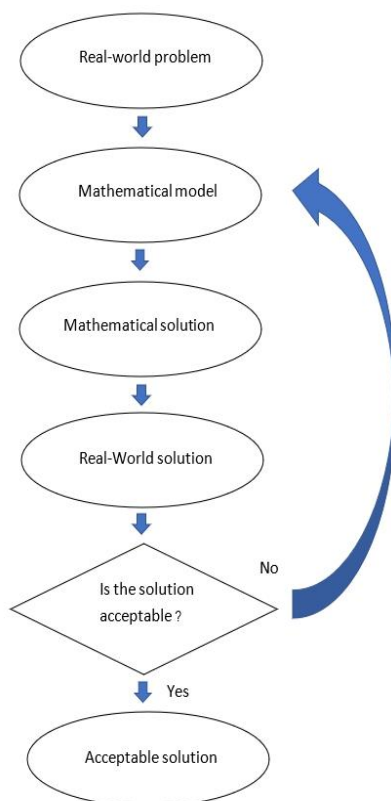
ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Blum & Leiß (2018, p. 21)

จากที่ได้ศึกษากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จะพบว่ากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะถูกนำมาใช้เพื่อศึกษา อธิบาย พยากรณ์หรือแก้ปัญหาของปรากฏการณ์หรือสถานการณ์จริงโดยเริ่มต้นมาจากสถานการณ์จริงที่ต้องการศึกษาหรือสถานการณ์จริงที่เป็นปัญหา จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณาความสัมพันธ์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อแปลงสถานการณ์จริงที่สนใจศึกษา โดยพิจารณาออกมาให้อยู่ในรูปที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ อีกทั้งตัดสินใจเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม แล้วดำเนินการประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา จนสามารถพบคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้โดยการตรวจสอบหรือเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์ สิ่งต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมมาจากโลกจริง แล้วแปลความหมายให้ได้ออกมาซึ่งข้อสรุปของปรากฏการณ์หรือสถานการณ์จริงที่เพื่ออธิบาย ทำนายหรือแก้ปัญหาปรากฏการณ์นั้น ๆ กระบวนการนี้เป็นกระบวนการวนซ้ำ อีกทั้งตัวแบบที่ถูกนำมาใช้สามารถพัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริงอื่น ๆ ได้

กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนถือว่ามีสำคัญเป็นอย่างมากต่อการจัดการเรียนการสอน เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างปรากฏการณ์ในโลกจริงหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้เรียนจะต้องพบเจอกับคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ได้ช่วยแก้ปัญหาได้อย่างกว้างขวาง ผู้วิจัยได้รวบรวมกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่พอเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

บาราคริสแนน เพงและอิง (BALAKRISHNAN, Peng, & Eng, 2010, p. 247 - 257) ได้กล่าวถึงกระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนว่า เป็นกระบวนการที่เริ่มมาจากสถานการณ์ปัญหาในโลกจริง (Real-world problem) ใช้กระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา สร้างสมมติฐานเพื่อทำปัญหาให้ง่ายขึ้นด้วยการตัดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากรูปแบบนั้นนำเสนอให้อยู่ในรูปของคณิตศาสตร์ อันจะนำไปสู่การได้มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อาจอยู่ในรูปของกราฟ ฟังก์ชัน ไดอะแกรม สมการ ตาราง เป็นต้น จากนั้นใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหา ค้นหาคำตอบและเขียนบทสรุปของข้อคำถามเหล่านั้นให้ออกมาอยู่ในเชิงของคำตอบที่เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematical solution) แปลความหมายตีความของคำตอบที่ได้ พิจารณาความเหมาะสมของคำตอบ (Is the solution acceptable?) กับบริบทและปัญหาเริ่มต้น หากคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้มีความเหมาะสมให้นำข้อสรุปเหล่านั้นไปใช้เป็นข้อสรุปของสถานการณ์หรือปรากฏการณ์จริง (Acceptable solution) ในกระบวนการนี้ขั้นตอนควรเป็นไปอย่างเรียบง่ายให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียน ครูต้องพิจารณาถึงกิจกรรมที่ต้องเป็นข้อมูลจริง กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของบาราคริสแนน เพงและอิง สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 13

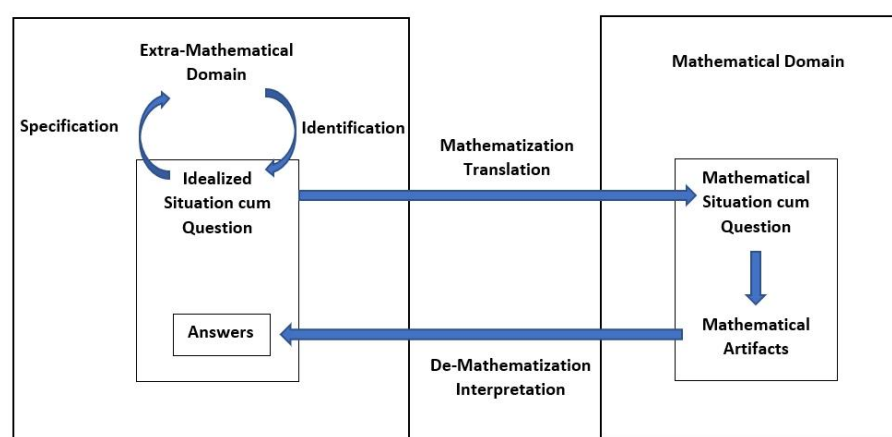


ภาพประกอบ 13 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของบาราคริสแนน เพงและอิง

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก BALAKRISHNAN et al. (2010, p. 250)

นิส (Niss, 2013, p. 44 - 58) ได้กล่าวถึงกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนว่า เป็นกระบวนการสร้างแนวทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาใหม่ ครูต้องมีความอดทนในแต่ละกระบวนการ เนื่องจากแต่ละขั้นตอนมีความละเอียดละออน ครูจำเป็นต้องมากที่จะต้องให้เวลาอย่างเพียงพอต่อการเรียนการสอน ซึ่งจะต้องมีการกระบวนการอย่างเป็นระบบ ครอบคลุม มีความละเอียดดีนักเรียนเป็นหลักโดยเริ่มพิจารณาจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ (Extra-Mathematical Domain) แต่ต้องเป็นข้อมูลลักษณะเฉพาะ (Specification) และสามารถระบุได้ (Identification) ในส่วนตรงนี้นิสได้อธิบายเพิ่มเติมว่า คือสถานการณ์ในโลกจริงที่มีจริงสามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ในอุดมคติได้ (Idealized Situation cum Questions) จากนั้นจึงใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematization) เพื่อแปลง (Translation) ให้อยู่ในโลกของคณิตศาสตร์ (Mathematical Domain) เพื่อแปลงจากคำถามของสถานการณ์เชิงอุดมคติ

สู่คำถามและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Situation cum Questions) เพื่อค้นหา คำตอบของคำถามที่มีความเกี่ยวข้องหรือมีความเชื่อมโยงที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์หรือสิ่งที่ได้จาก ความเกี่ยวข้องหรือเชื่อมโยงของข้อคำถามเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Artifacts) จากนั้นจึง แปลความ ตีความ ย้อนความคิดเชิงคณิตศาสตร์ให้กลับสู่คำตอบของโลกจริง (De-Mathematization Interpretation) กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของนิส สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 14



ภาพประกอบ 14 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของนิส

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Niss, 2013 (p. 44 - 58)

สตีลแมน บราว และแกลเบรith (Stillman, Brown, & Galbraith, 2013, p. 386) ได้ อธิบายถึงกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนว่า ในขั้นตอนของการแปลงไปสู่ตัว แบบเชิงคณิตศาสตร์จะมีความท้าทายมากครูควรจะต้องเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง อำนวย ความสะดวกให้กับผู้เรียน ต้องคิดเสมอว่าส่วนสำคัญที่สุดคือนักเรียน และยังให้ความเห็นเพิ่มเติม ว่า ครูไม่จำเป็นต้องคาดหวังให้นักเรียนคิดตัวแบบได้ถูกต้องแต่ควรพยายามฝึกให้นักเรียนมี แนวคิดในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และให้เหตุผลกับตัวแบบที่ใช้ โดยกระบวนการจะมี 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจ การจัดโครงสร้าง การทำให้เข้าใจง่าย การตีความบริบท จากบริบทโลกจริงที่มีความยุ่งยาก (Messy Real World Situation) เพื่อหาคำอธิบายของปัญหา ของโลกจริง (Real World Problem Statement)

ขั้นตอนที่ 2 การตั้งสมมติฐาน การกำหนดรูปแบบ การคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

ขั้นตอนที่ 3 การใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Solution)

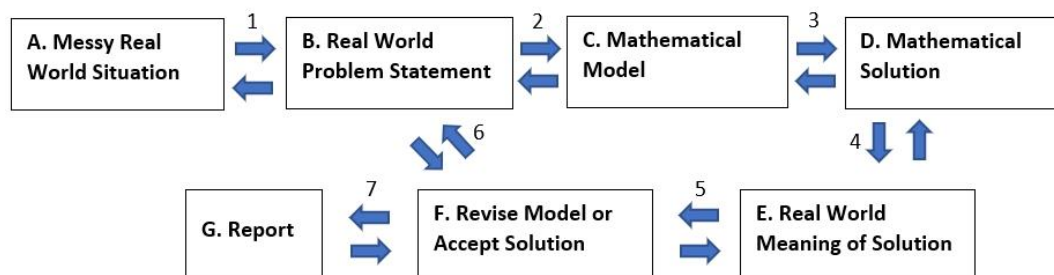
ขั้นตอนที่ 4 การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การอธิบายคำตอบของโลกจริง (Real World Meaning of Solution)

ขั้นตอนที่ 5 การเปรียบเทียบ การวิจารณ์ การตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อแก้ไขตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หรือยอมรับผลลัพธ์ (Revise Model or Accept Solution)

ขั้นตอนที่ 6 พิจารณาความสอดคล้องของตัวแบบและคำตอบกับคำอธิบายปัญหาของโลกจริงหาก และปรับปรุง (หากตัวแบบไม่เป็นที่น่าพอใจ)

ขั้นตอนที่ 7 นำคำตอบที่ได้ไปรายงาน (Report) และใช้ในสถานการณ์จริง (หากตัวแบบน่าพอใจ)

สามารถแสดงขั้นตอนกระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนได้ดังภาพประกอบที่ 15

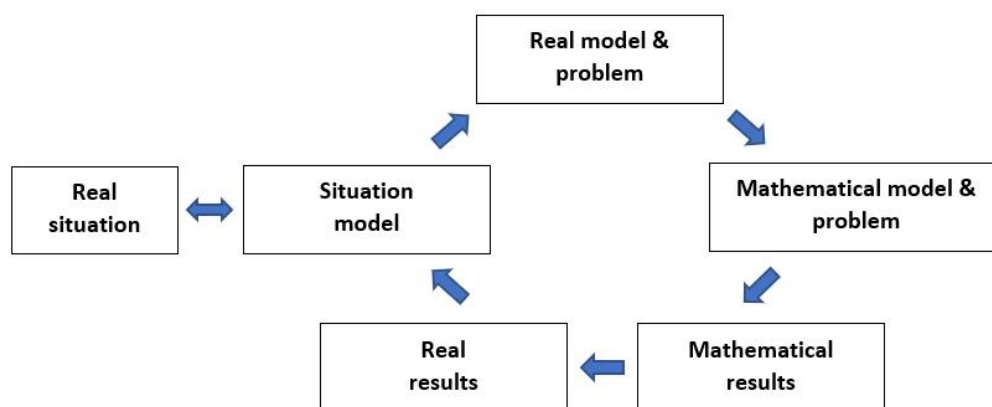


ภาพประกอบ 15 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สตีลแมน บราว และแกลเบรith

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Stillman et al. (2013, p. 386)

เอยา อาซีเวน (Ayla Arseven, 2015, p. 974 - 975) ได้อธิบายกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน โดยกระบวนการจะเริ่มจากสถานการณ์จริง (Real situation) ทำความเข้าใจสถานการณ์จริงและปรับให้อยู่ในแบบจำลองของสถานการณ์ (Situation model) ตัดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้อง ทำตัวแบบของสถานการณ์ให้ง่ายแล้วปรับเป็นตัวแบบจริงเพื่อกำหนดเป็นปัญหาของสถานการณ์จริง (Real model & problem) ใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์ จากนั้นแปลงเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model

& problem) พิจารณาประยุกต์สิ่งที่ตนเองมีในด้านของความรู้เพื่อค้นหาข้อสรุปที่อยู่ในโลกทางคณิตศาสตร์ (Mathematical results) จากนั้นแปลความ ดีความให้ไปกลับเป็นคำตอบของจริง (Real results) ตรวจสอบความสมเหตุสมผล ความถูกต้อง เพื่อนำกลับไปอธิบาย นำเสนอคำตอบให้กลับสถานการณ์จริง เอาใจให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมว่าในระหว่างการแปลงจากปัญหาสถานการณ์จริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แนวคิด วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้ข้อสรุปจากปรากฏการณ์ของนักเรียนจะต้องถูกให้ความสำคัญจากครู มีวิธีที่มากมายในการแปลง ครูต้องชี้ให้นักเรียนเห็นและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับปัญหา ถ้ามหาเหตุผลนักเรียนในการเลือกใช้ เปิดโอกาสให้นักเรียนให้ได้ใช้วิธีหลากหลายจนสามารถเห็นด้วยตนเองว่าวิธีใดเหมาะสมที่สุด กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของเอยา อาซีเวน สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 16

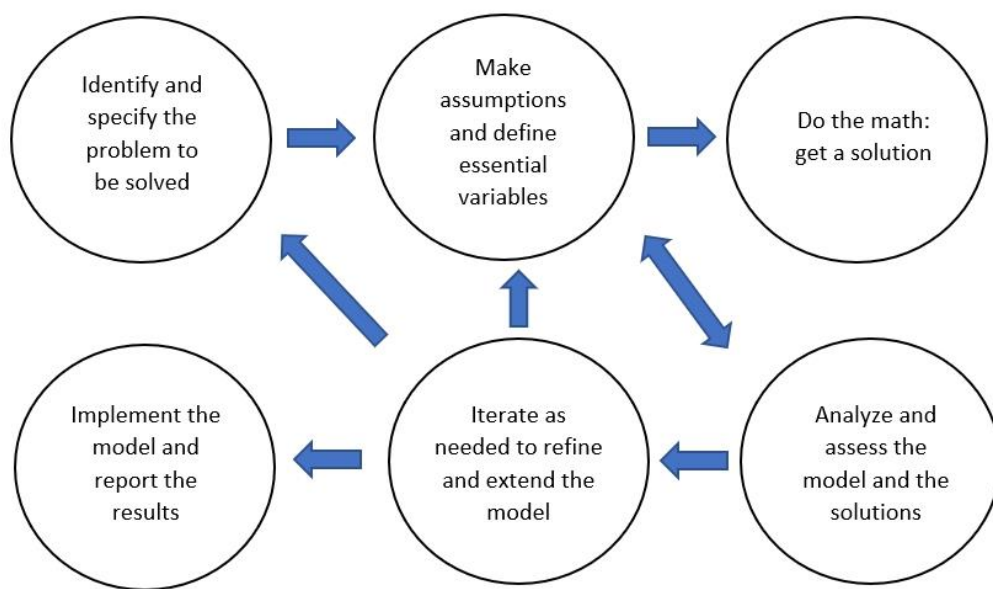


ภาพประกอบ 16 กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของเอยา อาซีเวน

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Ayla Arseven, 2015 (p. 974 - 975)

ทีกลู และคณะ (Teague, Godbold, Malkevitch, & Kooij, 2016, p. 45 - 47) กล่าวถึงกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนว่า ผู้เรียนหรือนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเป็นสิ่งที่มีความมีประสิทธิภาพมาก เนื่องจากวิชาที่เรียนสามารถทำให้นักเรียนเห็นถึงกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ง่ายกว่าระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เช่น แคลคูลัส เวกเตอร์ เรขาคณิตวิเคราะห์ เป็นต้น อีกทั้งประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนระดับนี้ก็สามารถเรียนรู้ได้รวดเร็ว การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นตัวช่วยเปิดมุมมองของนักเรียนต่อการเรียนในระดับที่สูงขึ้น นักเรียนจะเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างชีวิตจริงกับคณิตศาสตร์ได้ค่อนข้างชัดเจน กระบวนการใช้ตัวแบบเชิง

คณิตศาสตร์ เริ่มจากการระบุหรือกำหนดปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข (Identify and specify the problem to be solved) ซึ่งต้องเป็นสถานการณ์จริง จากนั้นตั้งสมมติฐานและกำหนดตัวแปรที่สำคัญ (Make assumptions and define essential variables) ทำให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบ (Do the math get a solution) การทำให้เป็นคณิตศาสตร์ในส่วนนี้หมายถึงการทำให้เป็นตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ จากนั้นวิเคราะห์และประเมินตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์และคำตอบของตัวแทน (Analyze and assess the model and the solutions) สุดท้ายปรับปรุงและพัฒนาตัวแทน (Iterate as needed to refine and extend the model) เมื่อได้ตัวแทนที่เหมาะสม ถูกต้อง สมเหตุสมผล นำตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ไปใช้งานและรายงานผล (Implement the model and report the results) กระบวนการใช้ตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 17

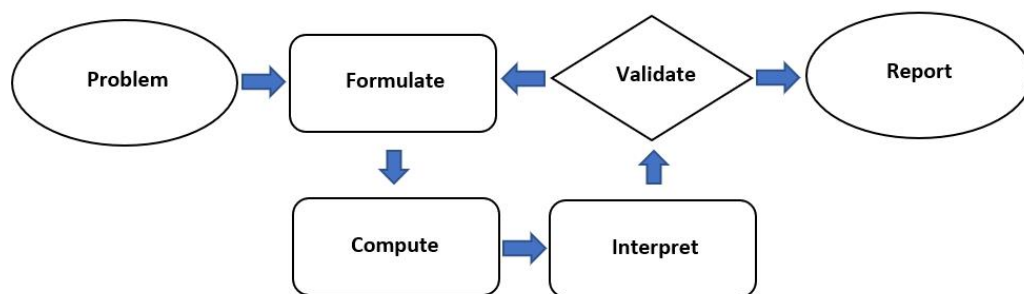


ภาพประกอบ 17 กระบวนการใช้ตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของทีกู่ และคณะ

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Teague et al. (2016, p. 45 - 47)

ซีไบร์ (Zbiek, 2016, p. 266 - 267) ได้แสดงแผนภาพกระบวนการใช้ตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ที่อ้างอิงมาจากกรอบหลักสูตรคณิตศาสตร์ ที่เป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาของประเทศไทยหรืออเมริกา (CCSSM) โดยได้กล่าวไว้ในหนังสือ Mathematical Modeling and Modeling Mathematics ของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics [NTCM]) ปี ค.ศ. 2016 เพื่อให้ครูได้ออกแบบกระบวนการเรียนการ

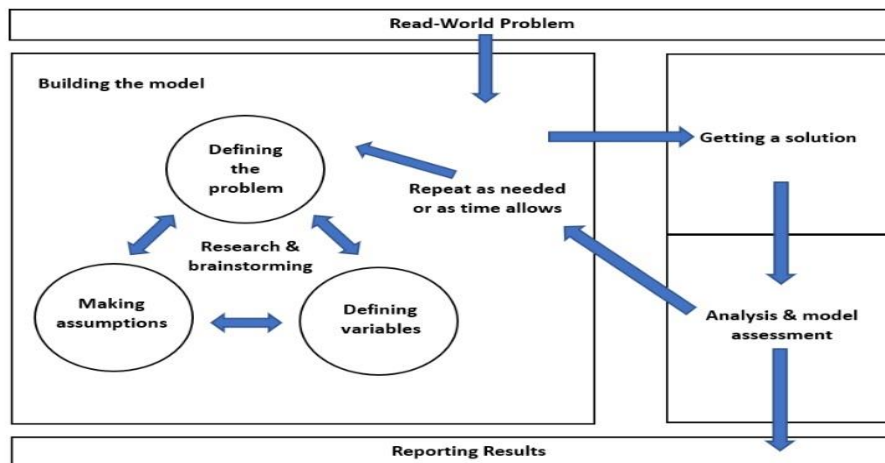
สอนที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับการแก้ปัญหา กระบวนการเริ่มด้วยกระบวนการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากปัญหา (Problem) แล้วกำหนด (Formulate) เพื่อคำนวณ (Compute) และอธิบายตีความ (Interpret) พิจารณาความสมเหตุสมผล (Validate) และรายงานผล (Report) ของปัญหาที่สามารถแสดงกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ภาพประกอบที่ 18



ภาพประกอบ 18 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของกรอบหลักสูตรคณิตศาสตร์แกนกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา (CCSSM)

ที่มา: Zbiek (2016, p. 266)

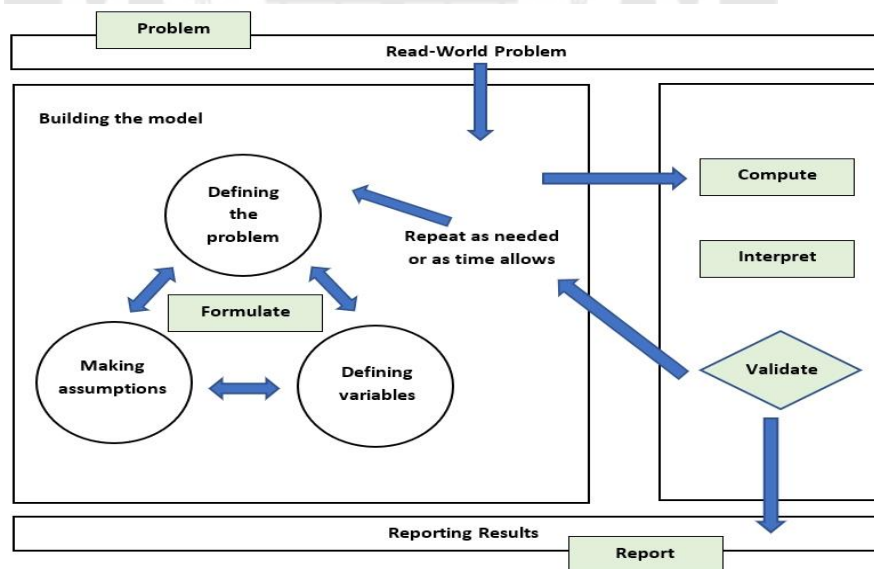
กระบวนการของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เริ่มจากปัญหาของโลกจริง (Real-World Problem) มีการสร้าง ค้นหา หรือเลือก ใช้ตัวแบบ (Building the model) โดยนิยามปัญหา (Defining the problem) ตั้งสมมติฐาน (Making assumptions) นิยามตัวแปร (Defining variables) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำซ้ำ ใช้การวิจัยและระดมสมอง (Research & brainstorming) เมื่อได้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ออกมาแล้วนำไปแสดงวิธีหาคำตอบ (Getting a solution) จากนั้นวิเคราะห์และประเมินตัวแบบ (Analysis & model assessment) หากยังไม่สามารถใช้ได้จริง ก็ให้วนกลับไปทำซ้ำในกระบวนการสร้างตัวแบบ (Repeat as needed or as time allows) เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้วจึงรายงานผลเพื่อนำคำตอบที่ได้ไปแก้ปัญหาสถานการณ์จริง (Reporting Results) ดังภาพประกอบที่ 19



ภาพประกอบ 19 กระบวนการของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Zbiek (2016, p. 267)

และสามารถแสดงกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้ร่วมกันได้ดังภาพประกอบที่ 20



ภาพประกอบ 20 กระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้ร่วมกันของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Zbiek (2016, p. 267)

ในขณะที่ เซตัน ซีตินคายา และเอลบัส (Zeytun, Cetinkaya, & Erbas, 2017, p. 693) ได้อ้างถึงการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของดอสซี่ (Dossey, 1996) ซึ่งได้กล่าวว่า การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ทางที่ได้นั้น จะต้องเป็นปรากฏการณ์ที่สามารถเข้าใจได้อย่างง่าย ไม่ยากจนเกินไป เป็นกระบวนการที่มีจุดสิ้นสุด และมีผลลัพธ์ที่ชัดเจนหรือสมเหตุสมผล ถึงในชั้นเรียนจะมีการแลกเปลี่ยนขั้นตอน วิธีการ หรือกระบวนการที่ไม่มาก แต่ถ้ามีการแสดงให้เห็นถึงความกระตือรือร้นที่จะปฏิบัติตามขั้นตอนหรือกระบวนการในชั้นเรียน สามารถตอบได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ กระบวนการของดอสซี่มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาสถานการณ์ปัญหาของโลกจริง (Real-World Problem Situation) แล้วทำให้สถานการณ์ปัญหายู่ยากน้อยลง (Simplification)

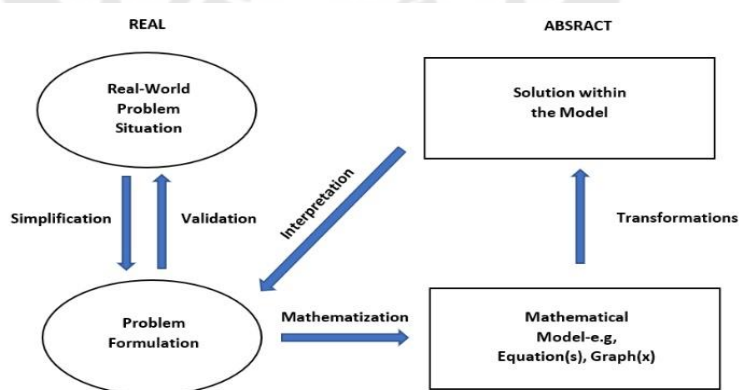
ขั้นตอนที่ 2 สร้างสูตรของปัญหา (Formulation) แล้วใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematization) มาสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ของสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 การเปลี่ยนรูป (Transformations) จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปสู่คำตอบของสถานการณ์ปัญหา (Solution within the Model)

ขั้นตอนที่ 4 การแปลความหมาย (Interpretation) ของคำตอบไปยังสถานการณ์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 พิจารณาถึงความสมเหตุสมผล (Validation) ความเป็นไปได้ และความเหมาะสมกับบริบทนั้น ๆ

ดังภาพประกอบที่ 21

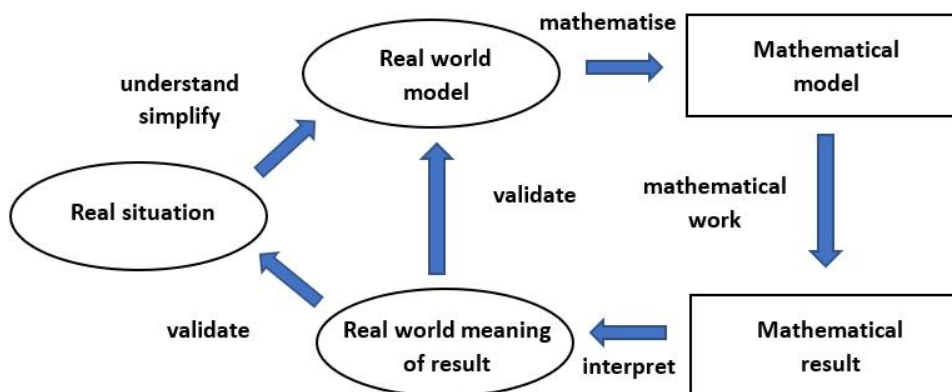


ภาพประกอบ 21 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของดอสซี่อ้างอิงจาก เซตัน ซีตินคายา และเอลบัส

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Zeytun et al. (2017, p. 693)

พบว่าช่วงที่ 2 ถึงช่วงที่ 4 เป็นหัวใจหลักของการบูรณาการ ประยุกต์ความรู้ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาพิจารณาค้นหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสม สามารถใช้งานได้จริง จะต้องมีการเปลี่ยนรูปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปสู่คำตอบในปรากฏการณ์ที่เราสนใจศึกษา ซึ่งบางครั้งหากสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนมาก ก็อาจใช้การหาข้อสรุปของปรากฏการณ์หลาย ๆ ครั้งจนที่จะสามารถตัดสินปรากฏการณ์หรือสถานการณ์จริงที่ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

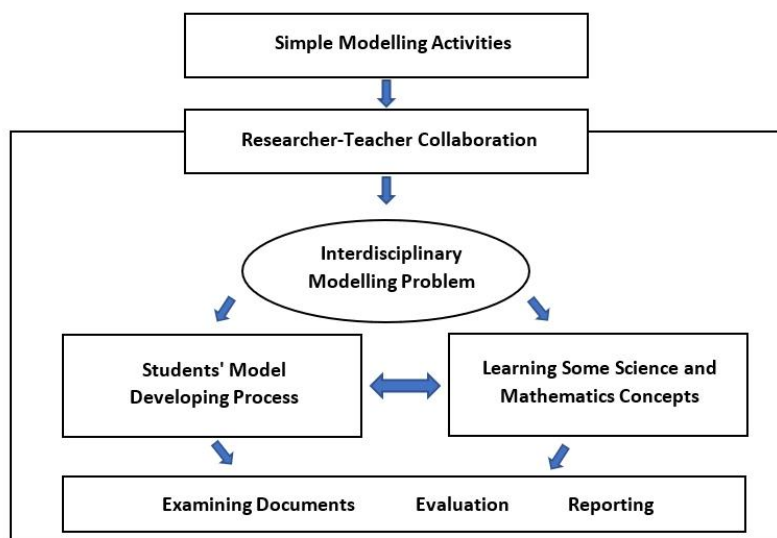
สแตนเดอร์และคณะ (Stender, Krosanke, & Kaiser, 2017, p. 467 - 477) ได้อธิบายถึงกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนว่า เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สามารถเปลี่ยนมุมมองความคิดของคณิตศาสตร์ เสริมสร้างเจตคติที่ดี รวมถึงการนำไปใช้ของนักเรียนได้ นักเรียนสามารถเลือกใช้ตัวแบบได้อย่างอิสระแต่จะต้องมีเหตุผลและความเหมาะสมในการเลือกใช้ การสอนในปัจจุบันครูอาจวิเคราะห์นักเรียนจากการทดสอบเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่เพียงพอ ครูควรวิเคราะห์ถึงกระบวนการของนักเรียนด้วย ซึ่งกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะทำให้ครูสามารถวิเคราะห์นักเรียนได้ถูกต้อง เห็นถึงข้อผิดพลาดเพื่อนำมาพัฒนา นักเรียน กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของสแตนเดอร์และคณะมีกระบวนการโดยเริ่มจากสถานการณ์จริง (Real situation) ทำความเข้าใจกับสถานการณ์จริงและทำให้ง่าย (Understand simplify) เพื่อปรับให้อยู่ในตัวแบบของโลกจริง (Real world model) ใช้กระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematise) เพื่อแปลงให้เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) จากนั้นค้นหาคำตอบของตัวแบบโดยใช้ความรู้ร่วมกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical work) อันจะนำมาสู่ผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical result) แปลความ ตีความไปสู่ผลลัพธ์ของตัวแบบของโลกจริง (Real world meaning of result) พิจารณาความถูกต้อง ความสมเหตุสมผล (Validate) เพื่อนำกลับไปสู่สถานการณ์จริง สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 22



ภาพประกอบ 22 กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของสแตนด์เลอร์และคณะ

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Stender et al. (2017, p. 467 - 477)

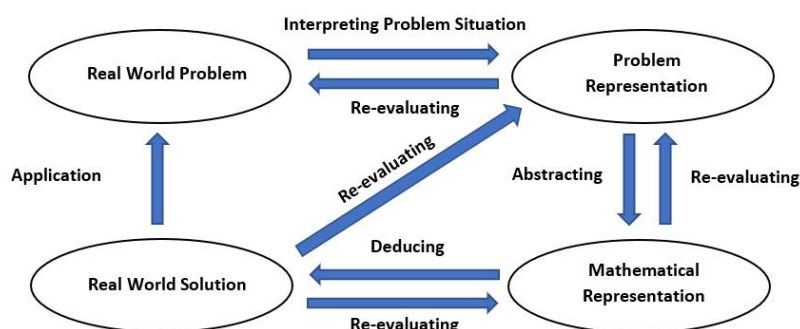
กูเดอร์ และกูบัท (Güder & Gürbüz, 2017, p. 1101 - 1109) ได้กล่าวถึงกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน โดยครูเริ่มต้นกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมการสร้างตัวแบบอย่างง่าย (Simple Modelling Activities) จากสถานการณ์จริง โดยกิจกรรมที่ครูออกแบบควรมีการทำงานร่วมกันของครูและนักวิจัยทางการศึกษา (Researcher-Teacher Collaboration) กิจกรรมที่จัดควรให้นักเรียนเห็นถึงปัญหาสถานการณ์ในการที่จะสามารถสร้างตัวแบบบูรณาการ (Interdisciplinary Modelling Problem) เพื่อเชื่อมโยงกับกระบวนการพัฒนาตัวแบบของนักเรียน (Students' Model Developing Process) และมนทัศน์การเรียนรู้ของวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์บางอย่างเข้าด้วยกัน (Learning Some Science and Mathematics Concepts) เมื่อสามารถเชื่อมโยงและได้ตัวแบบแล้วขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการคือการตรวจสอบเอกสาร รายงาน การประเมินผล (Examining Documents Evaluation Reporting) เพื่อสะท้อนผลที่ได้กลับคืนสู่กิจกรรมการเรียนการสอนจริง ยูนัสเน้นขั้นตอนการบูรณาการโดยให้เหตุผลว่า ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถบูรณาการได้จะเป็นส่วนช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงการนำคณิตศาสตร์ไปใช้สาขาวิชาอื่น ๆ ไม่เพียงแต่ในชีวิตของตนเองเท่านั้น แต่สามารถใช้ได้กว้างขวางเป็นอย่างมากกระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของกูเดอร์ และกูบัท สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 23



ภาพประกอบ 23 กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของ กูเดอร์ และกูบัท

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Güder & Gürbüz (2017, p. 1101 - 1109)

โบรา และอาเหมด (Bora & Ahmed, 2019, p. 252 - 253) ได้พัฒนากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ อีริค (Eric, 2008) และอธิบายว่ากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่อง ครูจะต้องพิจารณานักเรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าใจด้วยตนเองในส่วนของกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยครูมีหน้าที่เป็นผู้ที่คอยแนะนำ ส่งเสริม และอธิบายในขั้นตอนต่าง ๆ โดยจะต้องเริ่มจากปัญหาของโลกความเป็นจริง (Real World Problem) แปลความหรือตีความสถานการณ์ปัญหา (Interpreting Problem Situation) เพื่อให้ได้มาซึ่ง ตัวแบบหรือตัวแทนของปัญหา (Problem Representation) ใช้ความรู้เชิงนามธรรม (Abstracting) ทางคณิตศาสตร์เพื่อแปลงจากตัวแบบของปัญหาไปสู่ตัวแบบหรือตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Representation) ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่ออนุมาน (Deducing) แปลความจากคำตอบของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปสู่คำตอบของโลกความเป็นจริง (Real World Solution) จากนั้นประเมินกระบวนการตั้งแต่เริ่มจนถึงการได้มาของคำตอบของโลกความเป็นจริงซ้ำอีกครั้ง (Re-evaluating) เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของแต่ละขั้นตอน เมื่อเรียบร้อยแล้วนำไปใช้ (Application) กับปัญหาของโลกความเป็นจริง เป็นอันสิ้นสุดกระบวนการ กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของ โบรา และอาเหมด สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 24



ภาพประกอบ 24 กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของ โบรา และอาเหมด

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Bora & Ahmed (2019, p. 252 - 253)

วิซุว มาร์ตินและไลตี (Viseu, Martins, & Leite, 2020, p. 303) ได้พัฒนากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ เวอชาฟเฟล (Verschaffel et al, 2000) และอธิบายว่ากระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนจะต้องมีขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อให้ครูสามารถนำนักเรียนไปสู่การเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ จะต้องเริ่มจากปัญหาสถานการณ์จริงที่นักเรียนมีความสนใจ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง โดยกระบวนการจะประกอบด้วย 6 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 การทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ภายใต้การศึกษา วิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อพิจารณาและตัดสินใจว่าองค์ประกอบใดที่เกี่ยวข้องและองค์ประกอบใดที่สามารถสร้างความสัมพันธ์และเงื่อนไขได้ (Understanding of the situation under study: analyze a given situation to consider and decide which elements are relevant and which relationships and conditions can be established.)

ระยะที่ 2 การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ วิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์และเงื่อนไขที่มีอยู่ในสถานการณ์เพื่อแปลสถานการณ์เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Building of a mathematical model: analyze the relevant elements, relationships and conditions available in the situation to translate the situation into mathematical form)

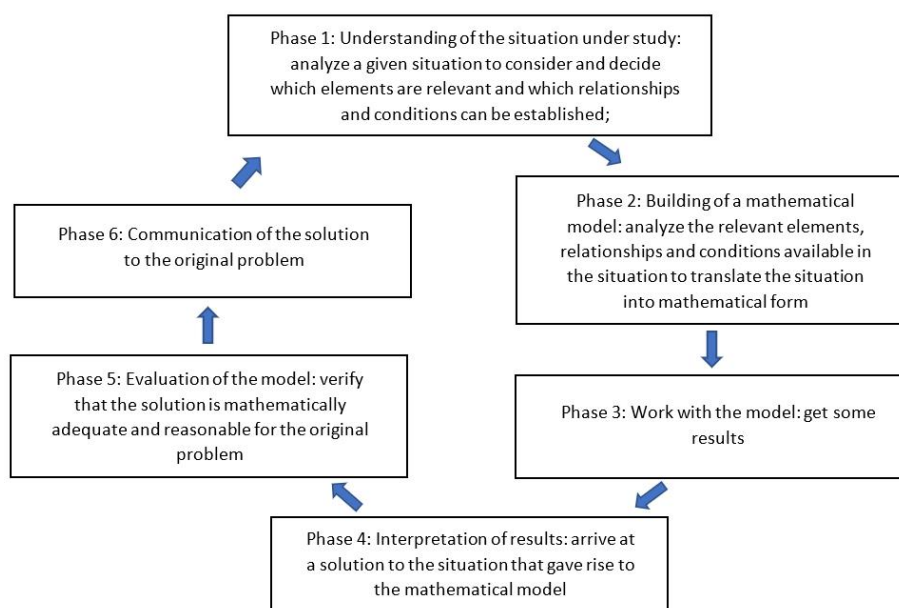
ระยะที่ 3 ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ค้นหาตัวแบบ ได้รับผลลัพธ์บางส่วน (Work with the model: get some results)

ระยะที่ 4 การตีความของผลลัพธ์ ทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Interpretation of results: arrive at a solution to the situation that gave rise to the mathematical model)

ระยะที่ 5 การประเมินตัวแบบ ตรวจสอบคำตอบของปัญหาด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ให้เพียงพอและสมเหตุสมผลสำหรับสถานการณ์ปัญหา (Evaluation of the model: verify that the solution is mathematically adequate and reasonable for the original problem)

ระยะที่ 6 การเชื่อมโยงคำตอบสู่สถานการณ์ปัญหา (Communication of the solution to the original problem)

สามารถแสดงระยะทั้ง 6 ได้ดังภาพประกอบที่ 25



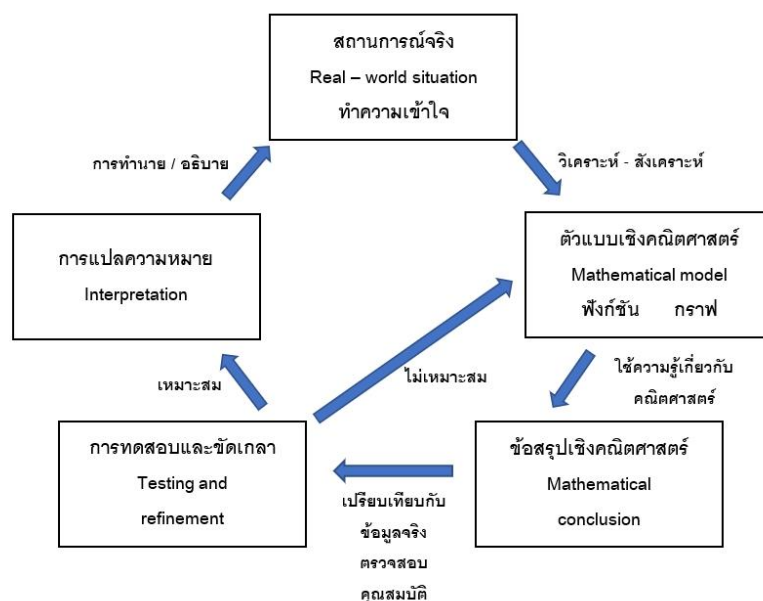
ภาพประกอบ 25 กระบวนการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนของวิซิว มาร์ตินและไลตี

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Viseu et al. (2020, p. 303)

สำหรับนักการศึกษาไทย สุรสาล ผาสุข (2546, น. 39) ได้พัฒนาและสร้างกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในชั้นเรียน โดยประกอบไปด้วยขั้นตอนจำนวน 5 ขั้นตอนที่มีลักษณะเป็นวงจร ได้แก่

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง
2. การเชื่อมโยงสถานการณ์จริงไปสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. การหาข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4. การทดสอบและขัดเกลาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
5. การเชื่อมโยงข้อสรุปเชิงคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์จริง

ซึ่งกระบวนการนี้ แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 26



ภาพประกอบ 26 กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของสุรสาธิต ฝาสุก

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก สุรสาธิต ฝาสุก (2546, น. 39)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะใช้แนวคิดที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยโดยจะเลือกใช้กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของจิออดาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน และกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของ สุรสาธิต ฝาสุก เป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน

ตอนที่ 3 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เอกสารและงานวิจัยที่ 3 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แนวการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry approach) และแนวการจัดการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา (Problem-solving approach) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Approach)

3.1.1 ความหมายของการสืบสวนสอบสวน (Inquiry)

ในการสืบสวนสอบสวน (Inquiry) มีทั้งความหมายของทางคณิตศาสตร์ และทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยทางคณิตศาสตร์ศึกษา ผู้วิจัยจึงค้นคว้าความหมายของการสืบสวนสอบสวนทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 76) กล่าวว่า การสืบสวนสอบสวนเป็นกระบวนการในการที่จะอธิบายนำเสนอในเชิงของคณิตศาสตร์ รวมถึงการอธิบายอย่างมีเป้าหมาย มีเป้าหมายสำหรับนักเรียนให้สามารถสร้างข้อคำถาม (Asking questions) สืบหาคำอธิบาย (Investigating solutions) สร้างความรู้ใหม่ (Creating new knowledge) อภิปรายสิ่งที่ค้นพบ (Discussing discoveries) และสะท้อนความรู้ใหม่ (Reflecting on the new knowledge) โดยจะเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดความคงทนในรู้ในสาระวิชาต่าง ๆ โดยเฉพาะคณิตศาสตร์ที่สามารถนำเอากระบวนการนี้มาปรับประยุกต์ใช้ได้เป็นอย่างดี ค้นหาความรู้ที่สนใจได้มากขึ้น ในแต่ละขั้นตอนจะมีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันซึ่งเห็นตรงกันกับ ชนาธิป พรกุล (2554) ที่ได้กล่าวถึง การสืบสวนสอบสวน คือ กระบวนการที่มีขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยเป็นการวิเคราะห์แยกปัญหา ให้สามารถแก้ไขได้ง่ายขึ้น แบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ที่ต้องทำทีละขั้นตอน ซึ่งมีความใกล้เคียงกับการจัดการเรียนรู้แบบ Discovery, Problem solving, Inductive teaching และ Reflective teaching โดยการค้นคว้าหรือสืบค้นในการค้นหาคำตอบ และการตรวจสอบคำตอบเป็นลักษณะร่วม และยังสอดคล้องกับ ศศิธร จันทมฤก (2554, น. 29) ที่ให้ความหมายการสืบสอบหาความรู้ คือ วิชาศึกษาหาความรู้ที่มีต้นกำเนิดจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget วิธีการสืบสอบหาความรู้เกิดจากการพิจารณาเพื่อสืบค้น เพื่อหาคำอธิบายในสิ่งที่ต้องการศึกษา อาจเป็นการสำรวจธรรมชาติการทดลองต่าง ๆ แล้วเกิดคำถามขึ้นและทำการสืบค้น แสวงหาความรู้เพื่อตอบคำถามเหล่านั้น จนเกิดความเข้าใจและสร้างองค์ความรู้ขึ้นได้ ตลอดจนสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้เมื่อต้องเผชิญสถานการณ์ต่าง ๆ

ทิตินา แชมมณี (2552) ให้ความหมายของการสืบสอบ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นจากผู้สอน หลังจากนั้นนักเรียนจะเกิดข้อสงสัย อันจะนำไปสู่การที่นักเรียนจะต้องคิด พิจารณา แสวงหาข้อเท็จจริง เพื่อที่จะได้แนวทาง วิธีการ ขั้นตอน จนสามารถได้ข้อสรุปที่ตนเองเป็นผู้คิด โดยนักเรียนจะได้รับการอำนวยความสะดวกจากผู้สอน เช่น ในด้านการสืบและค้นหาแหล่งข้อมูล หรือแหล่งเรียนรู้การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุป และอภิปรายผล เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับลิขสิทธิ์ พุฒเขียว (2554, น. 60) กล่าวถึงการสืบสวนสอบสวนมีลักษณะที่สำคัญที่เป็นจุดร่วมกันคือเป็นเทคนิคการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ที่มีพื้นฐานจากสิ่งที่นักเรียน

สนใจ โดยนักเรียนจะต้องค้นคว้าด้วยตนเอง รวมไปถึงการหาคำตอบจากแหล่งเรียนรู้อย่างเป็นทางการเป็นลำดับขั้นตอน และสรุปผลการค้นคว้าให้เป็นองค์ความรู้ของตนเอง โดยบทบาทของผู้สอนจะต้องส่งเสริมนักเรียนในทุก ๆ ด้าน ทั้งสภาพแวดล้อม จิตใจ เพื่อที่นักเรียนจะสามารถบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ที่นักเรียนนั้นได้ตั้งขึ้น

ในขณะที่ สุพัตรา จันทรโฆษิต (2552, น. 21) ให้ความหมาย การสืบสวนสอบสวน หมายถึง การสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ ค้นหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากการตั้งคำถาม สำรวจค้นหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลตลอดจนสร้างคำอธิบายและข้อสรุปด้วยตนเอง เพื่อแก้ปัญหาหรือหาข้อเท็จจริง สอดคล้องกับ สรคม ดิสสะมาน (2557, น. 13) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับการสืบสวนสอบสวน เป็นการเรียนการสอนที่ประยุกต์กระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยพัฒนานักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาแบบเบ็ดเสร็จภายในตัวนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนสามารถค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง อย่างเป็นทางการขั้นตอน ตั้งแต่การเสนอปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล ทดลอง วิเคราะห์และสรุปผล โดยมีผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวก ในการเรียนรู้แก่นักเรียน รวมทั้งจัดการเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ เพื่อให้จะทำให้ให้นักเรียนนั้นสามารถไปยังเป้าหมายตามที่ครูและนักเรียนตั้งไว้

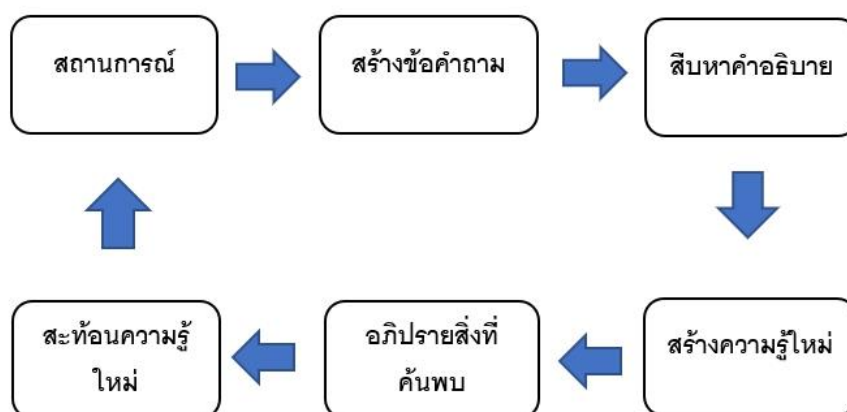
อุทุมพร ชื่นวิญญา (2554, น. 36) ได้ให้ความหมายการสืบสวนสอบสวน เป็นวิธีการที่นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือทำ ครูต้องผู้อำนวยความสะดวกและกระตุ้นนักเรียนให้เกิด กระบวนการทางความคิดในการแสวงหาความรู้ การสังเกต และสรุปอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง สอดคล้องกับ พัชราภรณ์ พิลาสมบัติ (2559, น. 33) ที่กล่าวถึงการสืบสวนสอบสวน หมายถึง แนวคิดในการเรียนการสอนที่นักเรียนแสวงหาความรู้โดยการซักถาม เมื่อเผชิญกับสถานการณ์หรือเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดความสงสัยแล้วลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาคำตอบและข้อสรุปของปัญหาซึ่งนำมาสู่การแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง และยังสอดคล้องกับ วราพร ทองจีน (2560, น. 55) ที่ให้ความหมายของการสืบสวนสอบสวน หมายถึงการเรียนรู้ที่นักเรียนเกิดความสงสัยจากการกระตุ้นของครู นักเรียนจึงค้นหาคำตอบและตรวจสอบคำตอบ โดยการเรียนรู้แบบนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจ หลักการ แนวคิด รูปแบบทฤษฎีต่าง ๆ จากประสบการณ์ตรงที่นักเรียนลงมือทำ อีกทั้งยังจะได้ใช้ทักษะการให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ รวมถึงร่วมมือกับผู้อื่นจนทำให้เกิดความสำเร็จตามเป้าประสงค์ที่ครูและนักเรียนได้ตั้งไว้ อีกทั้งผู้สอนไม่ควรบอกนักเรียนตรง ๆ หากนักเรียนมีข้อสงสัยแต่ต้องคอยแนะทางตามความเหมาะสม

จากการศึกษาความหมายของการสืบสวนสอบสวน จะมี 2 ลักษณะคือ การสืบสวนสอบสวนหาความรู้แบบทั่วไปและสืบสวนสอบสวนหาความรู้ที่เน้นด้านวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยนี้

ผู้วิจัยจะใช้การสืบสวนสอบสวนในการความรู้แบบทั่วไป เพราะจะตรงกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งการสืบสวนสอบสวนคือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะต้องเน้นให้นักเรียนได้พิจารณาและเกิดการสร้างข้อคำถามจากปรากฏการณ์ที่สนใจหรือสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่พบเจอ เพื่อสืบหาคำอธิบายที่จะนำไปสู่การขยายผลด้วยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากนั้นอภิปรายสิ่งที่ได้ค้นพบ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับนักเรียนด้วยกัน และนำสิ่งเหล่านั้นไปเป็นส่วนที่ช่วยในการตอบข้อคำถามของปรากฏการณ์ที่สนใจหรือช่วยแก้ปัญหาสถานการณ์นั้น ๆ

3.1.2 กระบวนการในการสืบสวนสอบสวน

การสืบสวนสอบสวนเป็นกระบวนการที่มีขั้นตอน นักการศึกษาที่สนใจได้ให้แนวทางสำหรับกระบวนการสืบสวนสอบสวนทางคณิตศาสตร์ไว้ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 77 -78) กล่าวถึง กระบวนการในสืบสวนสอบสวน คือกระบวนการที่เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่สนใจ นักเรียนจะต้อง คิดโดยอาจต้องพิจารณาถึงปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือปรากฏการณ์ที่พบเจอแล้วเป็นปัญหา จากนั้นสร้างข้อคำถามกับตัวเอง อาทิ เหตุการณ์แบบนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร มีปัจจัยใดบ้างที่เป็นสาเหตุ มีสิ่งใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร แต่ละสิ่งในปรากฏการณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นต้น ลักษณะข้อสงสัยของนักเรียนควรจะสามารมีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ อาจมีได้หลายหลายไม่จำกัด หรือบางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องมีคำตอบ เมื่อได้ข้อสงสัย นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อสืบหาคำอธิบายจากข้อสงสัยหรือข้อคำถามของตนเอง อาจทำการศึกษาโดยใช้วิธีการทดลอง สัมภาษณ์ สังเกต เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ ใช้วิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของข้อคำถามของตนเอง สิ่งที่ได้จากข้อสรุปเหล่านี้จะถูกเรียกว่า ความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องนำเอาสิ่งเหล่านี้ไปอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนนักเรียน หรือครูผู้สอน ในความเป็นไปได้ ความสมเหตุสมผล ความเหมาะสม ความถูกต้อง เพื่อสะท้อนออกมาให้ได้ซึ่งความรู้ใหม่ โดยความรู้ตรงนี้จะเป็นตัวที่ช่วยตอบคำถามของปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือตอบข้อสงสัยปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาที่พบเจอ สามารถแสดงกระบวนการสืบสวนสอบสวนได้ดังภาพประกอบที่ 27



ภาพประกอบ 27 กระบวนการสืบสวนสอบสวนของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 77)

สุพัตรา จันทรโฆสิต (2552, น. 30) ได้ระบุถึงกระบวนการในสืบสวนสอบสวนซึ่งจะประกอบด้วยไปด้วยขั้นตอนจำนวน 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตั้งคำถาม (Questioning) โดยครูให้นักเรียนตั้งคำถาม และระบุปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่เผชิญที่ต้องการสืบสวนสอบสวน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) โดยครูให้นักเรียนคาดคะเน พยากรณ์ หรือทำนายคำตอบที่อาจเป็นไปได้และกล่าวอ้างถึง

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสำรวจค้นหา (Survey) โดยครูให้นักเรียนสำรวจ สืบค้น ข้อมูลที่สอดคล้องกับสมมติฐานและดำเนินการตามที่นักเรียนได้วางแผนไว้

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) โดยครูให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากขั้นที่ 3 ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ศึกษาเพื่อหาข้อสรุป

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นสรุปและอภิปรายผล (Summary and discussion) ครูให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และนำมาจัดกระทำในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อสื่อสาร อธิบาย และนำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้มา

ในขณะที่ ลิขสิทธิ์ พุฒเขียว (2554, น. 60) ได้ระบุถึงขั้นตอนของกระบวนการในการสืบสวนสอบสวนไว้ประกอบด้วยจำนวนขั้นตอน 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจและการจัดลำดับความสำคัญของปรากฏการณ์ที่สนใจหรือปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งจะต้องเป็นสิ่งที่นักเรียนมีความตระหนักและมีความสนใจอย่างมาก ประเด็นปัญหาควรจะต้องถูกกำหนดหรือถูกละเลือกโดยนักเรียน โดยอาจจะมีการนำปัญหาที่พบเจอมาตั้งคำถาม เพราะปัญหาที่เกิดขึ้นของนักเรียนจะส่งผลให้ครูผู้สอนสามารถเห็นถึงกระบวนการในขั้นนี้ของนักเรียน และในขณะนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องจัดลำดับความสำคัญของปรากฏการณ์ที่สนใจหรือปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดวิธีแสวงหาข้อมูล การแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือจากประสบการณ์ที่นักเรียนมี ซึ่งนักเรียนจะต้องรู้วิธีเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่เข้าถึงได้ โดยแหล่งความรู้อาจเป็นได้ทั้งบุคคลหรือสถานที่ อีกทั้งอาจจะพิจารณาความเพียงพอของข้อมูลที่ได้มานั้นจาก ตนเองหรือสภาพแวดล้อม บางครั้งสามารถตั้งสมมติฐานเพิ่มสำหรับแนวแนวทางที่เป็นไปได้ รวมไปถึงการวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการแสวงหาความรู้ ในขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหา รวมไปถึงการดำเนินตามแผน จากนั้นอธิบายสิ่งที่ได้จากการค้นคว้า สรุปเป็นความคิดของตนเอง

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลการเรียนรู้ โดยการนำไปแก้ไขปัญหา นักเรียนจะทราบว่าการแก้ปัญหาโดยนำเอาแนวทางที่กำหนดขึ้นไปใช้หาคำตอบที่เป็นไปได้ รวมถึงพิจารณาความสำเร็จของผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา ถ้าผลลัพธ์สำเร็จก็นำความรู้ไปใช้กับสิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นปัญหา แต่ถ้าไม่สำเร็จก็อาจจะค้นหาสิ่งที่ยากกว่าเพื่อทำกระบวนการซ้ำอีกครั้ง

จากที่ได้ศึกษากระบวนการสืบสวนสอบสวน สำหรับในงานวิจัยนี้ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือใช้การสืบสวนสอบสวนเป็นส่วนช่วยให้ได้ข้อมูลที่นำไปสู่การแก้ปัญหา ดังนั้นผู้เรียนจะได้เรียนการใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ คือกระบวนการสืบสวนสอบสวนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.1.3 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry) ในชั้นเรียน

เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีกระบวนการในการสืบสวนสอบสวนนักเรียนบางส่วนได้ให้แนวทางไว้สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้เผยแพร่แนวออกเป็น 5 ขั้นตอน อีกทั้ง อิศริยา ปรมัตถการ (2562, น. 53) ได้มีกระบวนการสืบสวนสอบสวน 5 ขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** นักเรียนจะต้องเกิดความสนใจ หรือเกิดความสงสัย โดยครูจะใช้เป็นขั้นที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ครูอาจมีปัญหาที่คล้ายกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้น หรือในบางครั้งครูอาจพานักเรียนไปยังแหล่งเรียนรู้ เพื่อให้เกิดข้อสงสัยในสถานการณ์ต่าง ๆ ของแหล่งเรียนรู้ เพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดความสนใจ หรือข้อคำถามในใจที่จะสามารถนำไปอภิปรายเข้าสู่ประเด็นที่ต้องการจะศึกษา

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** หลักจากที่นักเรียนได้เกิดความสนใจในสิ่งที่ต้องการศึกษาแล้ว ครูผู้สอนอาจจะใช้วิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนลงมือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะต้องมีการวางแผนในการค้นหาคำตอบ อาจมีการตั้งสมมติฐาน เพื่อหาถึงแนวทางต่าง ๆ ที่หลากหลายในการค้นหาคำตอบ

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** หลังจากที่นักเรียนได้ค้นหาข้อมูล หรือสิ่งที่สืบค้นเสร็จสิ้นแล้ว ครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย หาข้อสรุป สำหรับความรู้ที่ได้มา อาจสร้างเป็นกราฟ ตาราง ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองสถานการณ์ และพิจารณาถึงความสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งขึ้น

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** หลักจากที่ผู้เรียนได้ข้อสรุป ครูคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนพิจารณาถึงข้อสรุปว่าสามารถนำไปเชื่อมโยง ช่วยในการอธิบายสถานการณ์อะไรเพิ่มเติมได้บ้าง เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ที่กว้างขวางมากขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** ในขั้นนี้ครูจะต้องประเมินผู้เรียนว่า หลังจากขั้นขยายความรู้ สิ่งที่นักเรียนเชื่อมโยงและนำไปช่วยในการอธิบายปัญหา สามารถนำไปใช้ได้จริงเพียงใด เพื่อตรวจสอบนักเรียนในเรื่องของนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประยุกต์กับสถานการณ์จริง ซึ่งกระบวนการนี้ จะเป็นวงจร ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ทฤษฎี หลักการ องค์ความรู้ต่าง ๆ ได้ลงมือทำจริง รวมถึงเป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้อีกด้วย

ในขณะที่ ญัฐมน สุชัยรัตน์ (2558, น. 101) ได้พัฒนาแนวทางที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนโดยมีการใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดของการนำบริบทมาใช้เป็นฐานร่วมด้วย ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนจำนวน 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. **การกำหนดสถานการณ์** ครูจะต้องพิจารณาหาปรากฏการณ์ที่มีความน่าสนใจ หรือเป็นประเด็นปัญหาที่สามารถอธิบายได้อย่างกว้างขวาง เพราะจุดประสงค์คือการที่นักเรียนจะต้องอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าว อันจะนำไปสู่การตั้งประเด็นคำถาม ข้อสงสัย หรือสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนให้ความสนใจ

2. การสร้างแบบจำลอง นักเรียนตั้งสมมติฐานเพื่อที่จะนำไปสู่การที่นักเรียนจะต้องพิจารณาวิเคราะห์จากขั้นตอนที่ 1 แล้วจึงสร้างแบบจำลองเบื้องต้นและวางแผนถึง แนวทางวิธีการหรือขั้นตอนในการที่จะตรวจสอบแบบจำลองนั้น

3. การสำรวจตรวจสอบ นักเรียนทำการทดลอง สืบค้น เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล และหลักฐาน โดยการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและมีปฏิสัมพันธ์กัน

4. การโต้แย้ง นักเรียนจะต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วนเพื่ออธิบายและนำเสนอแบบจำลอง และนักเรียนจะต้องทำการประเมินข้อดีข้อด้อยผ่านการโต้แย้งระหว่างกลุ่ม โดยใช้หลักฐานและเหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้าน เพื่อที่จะนำไปสู่ข้อสรุปของการสร้างแบบจำลองที่เป็นมติร่วมกันของห้อง

5. การลงข้อสรุป นักเรียนจะต้องพิจารณาไตร่ตรอง วิเคราะห์ ถึงการปรับปรุงแบบจำลอง จะต้องมีความน่าเชื่อถือ สมเหตุสมผล เป็นไปได้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และปรับปรุงแบบจำลอง แล้วลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

6. การนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ นักเรียนจะต้องนำเอาความรู้ที่ตนเองได้จากกระบวนการในการสร้างแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ความรู้ อาจจะสามารถสร้างแบบจำลองที่จะสามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์ที่มีบริบทหรือปัจจัยที่มีความใกล้เคียงกัน หรือสร้างแบบจำลองที่จะสามารถใช้ในชีวิตจริงของตนเองได้

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะดัดแปลงกระบวนการสืบสวนสอบสวน และแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Approach) ในชั้นเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยที่ผู้วิจัยจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Approach) ในการสืบค้นข้อมูล เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นถึงตัวแปรที่สำคัญในการนำไปใช้แก้ปัญหา โดยกิจกรรมการเรียนการสอนในส่วนนี้จะ เป็นขั้นนำเข้าสู่การแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

3.2 แนวการจัดการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา

3.2.1 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาในชั้นเรียน

เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีทักษะและกระบวนการในการแก้ปัญหานักการศึกษาบางส่วนได้ให้แนวทางที่สำคัญไว้สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 180 - 186) กล่าวถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา คือ ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ปัญหาที่จะต้องเตรียมให้กับนักเรียนจะต้องคำนึงถึงบริบท สภาพแวดล้อม ภูมิภาวะ รวมถึงความเหมาะสมต่อนักเรียน เทคนิคหรือวิธี

ในการสอนนั้นจะต้องเป็นไปในทิศทางเดียวกับปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหา ควรใช้การเรียนรู้ที่มีลักษณะการทำงานที่เป็นทีม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักเรียนด้วยตนเอง สามารถแบ่งกลุ่มทำงานได้เหมาะสม ครูควรเปิดโอกาสการให้นักเรียนแต่ละคนได้มีส่วนร่วมที่จะการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้พิจารณา แสดงออกถึงแนวคิดของตน สำหรับแนวคิดของนักเรียนที่มีความถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง ครูควรยอมรับและต้องสนับสนุนความคิดในการแก้ปัญหาให้เกิดจากตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาตามขั้นตอน เป็นไปอย่างถูกต้องตามกระบวนการ รวมถึงส่งเสริมให้แก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี นำเสนอวิธีที่แตกต่าง แลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้นเรียน มีการอภิปรายกลุ่มเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา

ในขณะที่ ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์ (2561, น. 47 - 48) ได้กล่าวถึงแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา ซึ่งสรุปได้ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหาควรต้องมีความรู้และความเข้าใจ ครูควรสอนกระบวนการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน โดยกระบวนการในขั้นนี้จะยึดแนวคิดของโพลยา (Polya) รวมถึงแนวคิดของวิลสันและคณะเป็นหลัก ครูจะต้องนำพานักเรียนนั้นได้รู้จักกระบวนการแก้ปัญหาคบทั้งสองแบบตั้งแรกชั่วโมงแรกในการจัดกิจกรรม ซึ่งขั้นตอนของกระบวนการเหล่านั้น จะประกอบด้วยขั้นตอนจำนวน 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เริ่มแรกครูควรถามนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา หรือให้นักเรียนได้อภิปราย นักเรียนจะมีความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหามากขึ้น ควรต้องพิจารณาถึงสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์นั้น ๆ ว่า ประกอบไปด้วยปัจจัย มีข้อมูล ข้อกำหนดหรือมีเงื่อนไขใดที่จะต้องนำมาพิจารณา การใช้ภาษาของนักเรียนด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนนั้นสามารถเข้าใจในตัวของปรากฏการณ์หรือสถานการณ์นั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ช้ันวางแผนแก้ปัญหา ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมที่สามารถนำไปแก้ปัญหาได้จริง อาจทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ปัญหาของครูกับสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนเคยพบเจอ หรืออาจสำรวจข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้อย่างละเอียด

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน ในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนของตนเอง ครูควรเดินซักถามและคอยสำรวจ อธิบายหรือบอกแนวทางในเรื่องที่ติดขัดจริง ๆ เท่านั้น นักเรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเองและอธิบายแนวทางที่ตนเองใช้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ นักเรียนควรได้อภิปรายถึงวิธีการของตนเองที่ใช้ในการแก้ปัญหาแล้ว หรืออภิปรายถึงวิธีหรือแนวทางอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา โดยครูจะต้องเป็นผู้นำในการอภิปราย อาจให้นักเรียนตรวจ หรือพิสูจน์คำตอบ พิจารณาความสอดคล้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้มา หรือหาความสัมพันธ์อื่น ๆ ที่สามารถใช้แนวทางแก้ปัญหาเดียวกันไปใช้ได้

นอกจากนั้น นิตาวารรณ ทงไทย (2562, น. 101) ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาพร้อมกับแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงตามหลักการของ Gravemeijer และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของ Yunita ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดจะประกอบด้วยจำนวน 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจบริบทปัญหา โดยครูให้สถานการณ์ปัญหาพร้อมข้อเสนอแนะอย่างไม่เป็นทางการ จากนั้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา โดยผู้เรียนอาจจะใช้วิธีการต่าง ๆ ในการทำความเข้าใจปัญหา อาจใช้การสืบค้นเข้ามามีส่วนร่วม หรือการสืบหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลภายนอก

ขั้นตอนที่ 2 การแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยผู้เรียนใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ช่วยในการสร้างแบบจำลองทางความคิด โดยครูจะต้องใช้สถานการณ์ปัญหาจากบริบทชีวิตจริงหรือเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนจะเกิดความสนใจ หรือการทำนายปรากฏการณ์บางอย่างที่จะเกิดขึ้น เพื่อที่จะกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างและใช้กระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ จากนั้นให้ผู้เรียนพัฒนาแบบจำลองในการแก้ปัญหาจากมุมมองของตน (รูปธรรม) นำไปสู่การสร้างและพิสูจน์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (นามธรรม)

ขั้นตอนที่ 3 การอภิปรายคำตอบและสรุปผล โดยครูและผู้เรียนร่วมกัน ตรวจสอบสรุปผลและสะท้อนสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ (ทั้งคำตอบและกระบวนการ)

ขั้นตอนที่ 4 การสะท้อนผลการเรียนรู้และนำไปใช้ โดยครูให้คำแนะนำผู้เรียนในการสะท้อนสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ ส่งเสริมการอภิปราย จากนั้นให้ผู้เรียนร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยการอภิปรายการเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหากับความรู้ ประสบการณ์เดิม สร้างกระบวนการในการแก้ปัญหาและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

อีกทั้ง ศิริดา กันอ่ำ (2562, น. 11) ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาโดยเน้นประเด็นปัญหา ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดประกอบด้วยจำนวน 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ครูจะต้องนำเสนอสถานการณ์ปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่นักเรียนมีความสนใจ หรือบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน จากนั้นพยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้ศึกษารายละเอียดของปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหา และตีความเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา โดยนักเรียนสามารถใช้วิธีการที่แตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับวิธีการทำความเข้าใจของนักเรียนเป็นหลัก

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ค้นหาวิธีการในการ

แก้ปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและลงมือแก้ปัญหา โดยครูให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น ครูไม่ควรที่จะบอกหรืออธิบายข้อคำถามใด ๆ ในข้อสงสัยของนักเรียน ควรคอยแนะนำแนวทางในการหาคำตอบของนักเรียนเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสรุปผลการแก้ปัญหา หลังจากที่นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้แล้ว ครูจะต้องให้นักเรียนได้ร่วมกันทบทวนและสรุปความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นขยายวิธีการ เป็นขั้นที่ครูจะต้องให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ดำเนินการไปแล้ว และให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหาอื่นที่สามารถแก้ได้ด้วยวิธีการเดียวกันนี้ โดยนักเรียนจะต้องพิจารณาถึงความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสมเหตุสมผลของวิธีการที่ดำเนินการไปแล้วของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นเปรียบเทียบวิธีการ เป็นขั้นที่ครูจะต้องให้นักเรียนได้ร่วมกันระบุวิธีการอื่นในการแก้ปัญหา จากนั้นอภิปรายข้อดี และข้อจำกัดของแต่ละวิธีการในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนอาจจะต้องหาวิธีอื่น ๆ มาทำการเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างวิธีที่ตนเองใช้กับวิธีอื่น ๆ ที่ตนเองได้สืบค้นมา

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นสรุปและต่อยอดความคิด เป็นขั้นที่ครูจะต้องให้นักเรียนได้สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการแก้ปัญหาของตนเอง จากนั้นครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่แปลกใหม่แล้วจึงกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิธีการในการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทที่มีความหลากหลาย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะดัดแปลงแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา ในชั้นเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและธีรเชษฐ์ เรื่องสุขอนามัย (2561, น. 47 – 48) มาสร้างเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนของผู้วิจัย

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหา

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีนักการศึกษาบางส่วนได้ให้คำอธิบายถึงความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหาและการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังนี้

ซาโวเจวสกี (Zawojewski, 2013, p. 239 - 240) ได้กล่าวว่า กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหามีเป้าหมายเหมือนกันต้องการคำตอบของปัญหา แต่ความแตกต่างคือในการกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะต้องมีการตีความ อธิบายถึงความหมายของคำตอบหรืออาจจะมีการทำนายผลของคำตอบที่ได้จากตัวแบบ ในขณะที่การแก้ปัญหามุ่งไปที่การตรวจสอบคำตอบ ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียน เริ่มต้นคือจะต้องมี

ปัญหาของสถานการณ์จริง วิเคราะห์สถานการณ์จริง ค้นหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ออกมา จากนั้นใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อค้นหาคำตอบของตัวแบบที่หามาได้ เพื่อนำคำตอบ แปลความสู่คำตอบของปัญหาสถานการณ์นั้น ซึ่งก็ไม่ได้แตกต่างจากการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาทั้งสี่ขั้นของโพลยา (Polya) จะมีขั้นทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ไขปัญหา ลงมือทำตามแผน และตรวจสอบคำตอบ อาจจะสามารถได้กระบวนการทั้งสองมีลักษณะที่คล้ายกัน ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนว่าต้องการเน้นในส่วนไหนของกระบวนการ และการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จะเน้นคำตอบที่สามารถนำไปอธิบายได้จริง เป็นส่วนช่วยในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง แต่บางครั้งนักเรียนอาจไม่คุ้นชินกับกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ การสอนการใช้ตัวแบบ ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาก็เป็นวิธีที่ช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับ กรีเฟรด (Greefrath, 2015, p. 173 - 183) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาที่มีความสอดคล้องกัน จากปัญหา สถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น นักเรียนต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ หาคำอธิบาย ซึ่งสำหรับ กระบวนการใช้ตัวแบบขั้นนี้คือขั้นค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจริงในขณะเดียวกันก็คือขั้นการทำ ความเข้าใจของปัญหา เมื่อนักเรียนได้ความสัมพันธ์จากสถานการณ์จริง นักเรียนก็จะนำข้อมูลไป กำหนดเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในขั้นนี้ก็จะสอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหาคือขั้นวางแผนการแก้ปัญหานั้นนักเรียนก็จะค้นหาคำตอบของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งก็จะเป็น ขั้นตอนของการลงมือแก้ปัญหานั้น เมื่อนักเรียนได้คำตอบของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนก็นำ คำตอบไปแปลความ ตีความ อธิบายสถานการณ์จริง นั่นคือขั้นตรวจสอบคำตอบของปัญหา และ กรีเฟรด อธิบายต่อว่ากระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหามีความสอดคล้อง ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ เพียงแต่กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะต้องเริ่มต้นจาก สถานการณ์ที่มีอยู่จริงซึ่งจะแตกต่างจากการแก้ปัญหารวมดาที่สถานการณ์อาจจะไม่มีอยู่ในโลก จริงก็ได้ แต่ขั้นตอนและกระบวนการมีลักษณะสอดคล้องกัน ซึ่งครูควรจะต้องบูรณาการระหว่าง กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ซึ่งอาจจะกล่าวได้อีกว่า ขั้นตอนของการกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์คือขั้นตอนของการแก้ปัญหานั้น และยัง สอดคล้องกับ แกลเบิร์ต สตีแมนและบราว (Galbraith, Stillman, & Brown, 2017, p. 85 - 86) ได้ กล่าวว่าการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เพราะสถานการณ์จริงที่สนใจ จะต้องถูกนำมาเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อค้นหาคำตอบ ใน ส่วนนี้สามารถกล่าวได้ว่าคือขั้นตอนของการวางแผนการแก้ปัญหานั้น ซึ่งเมื่อพิจารณาในส่วน

ขั้นตอนต่อ ๆ ไปของทั้งกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาจะพบว่ามีความสอดคล้องกัน มีทิศทางเดียวกัน หรือมีการทำงานร่วมกัน

จากการศึกษาของผู้วิจัย แนวทางการจัดกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และแนวทางการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาที่มีความสอดคล้องและมีความสัมพันธ์ที่ไปในทำนองเดียวกัน ทั้งในส่วนของแต่ละขั้นตอนวิธีการ หลักการคิดบางส่วนและการได้มาซึ่งคำตอบหรือข้อสรุป ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนในการเน้นแต่ละจุดของขั้นตอน ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยต้องการที่จะเน้นให้นักเรียนสามารถเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อาจจะเป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียน เพราะนักเรียนจะมีความคุ้นชินกับการแก้ปัญหา จึงควรจัดกิจกรรมผ่านการแก้ปัญหา แล้วเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

3.2.2 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา

เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ทำให้บทบาทของครูและนักเรียนมีความสำคัญอย่างมากต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงได้มีนักการศึกษาบางส่วนกล่าวถึงแนวทางที่เป็นบทบาทของครูและนักเรียนดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 180 - 186) และ รัชพล พลรัตน์ (2561, น. 47 - 48) ที่ได้มีความคิดเห็นไปในลักษณะที่เป็นทิศทางเดียวกันดังนี้

ในปัจจุบันการเรียนการสอนได้เกิดการพัฒนามีหลากหลายวิธีที่สามารถใช้สอนแล้วนักเรียนได้เกิดการพัฒนาคำความรู้ของตนเอง แต่การที่นักเรียนมีองค์ความรู้วิชาการที่ดีเยี่ยมแล้วไม่ได้แปลว่านักเรียนจะสามารถปรับตัวใช้ชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข เพราะมนุษย์ทุกคนเกิดย่อมจะพบเจอปรากฏการณ์ที่จะปัญหาต่าง ๆ โดยไม่สามารถแก้ได้ทั้งหมด ดังนั้นการเรียนการสอนในทุกระดับชั้น โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นอย่างมากที่จะต้องเรียนการแก้ปัญหา แต่สิ่งที่พบเจอได้จากโรงเรียนทั่ว ๆ ไป พบว่า ครูโดยส่วนมากมักจะให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาที่อยู่ในตำราเรียน เน้นแค่นักเรียนสามารถหาคำตอบออกมาได้ ไม่ได้เน้นถึงกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาความคิดของนักเรียนในการแก้ปัญหา ทำให้ภาพรวมสำหรับการเรียนแก้ปัญหาจึงไม่เคยที่จะประสบความสำเร็จ มีครูผู้สอนหลายคนที่ยังคิดว่าตนเองนั้นได้สอนการแก้ปัญหาแล้ว แต่เป็นการสอนที่เป็นลักษณะของการบอกให้ผู้เรียนจดตาม หรือทำตามขั้นตอนของเฉลยแบบฝึกหัด หรือมีครูบางส่วนที่ยังถึงคาบเรียนที่น้อย ทำให้ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ อย่างไรก็ตาม ในการเรียนการแก้ปัญหาที่ดีนั้น บทบาทของครูที่ควรจะไปใช้ปรับตัวและจัดกิจกรรมให้กับนักเรียน เพื่อให้การเรียนแก้ปัญหานั้นมีประสิทธิภาพ จะขอสรุปเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1) ครูต้องส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดของตนเองเป็นศูนย์กลางในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์นั้นมีได้หลากหลายวิธี ครูไม่ควรยึดติดกับวิธีของครูเพียงแค่วิธีเดียว

2) เมื่อครูจะทำการสอนโจทย์ปัญหา ครูจะต้องพิจารณาบริบทของปัญหาที่นำมาใช้สอน นักเรียนจะต้องสัมผัสได้ ไม่ใช่ทางตรงก็ทางอ้อม ต้องมีการเผื่อเวลาให้นักเรียนได้คิด ทำความเข้าใจ อาจจะมีการถามคำถามนักเรียนเป็นการกระตุ้นเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจในปรากฏการณ์หรือปัญหาที่ครูนำมาหรือไม่

3) ครูต้องคิดถึงกระบวนการที่ครูจะต้องสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากที่จะทดลองแก้โจทย์ปัญหา โดยอาจจะมีกิจกรรมตามความสนใจของผู้ มีรางวัลประกอบ หรือมีการอำนวยความสะดวกในบางสิ่งบางอย่างให้กับผู้เรียน

4) การแก้โจทย์ปัญหานั้น ครูต้องทำความเข้าใจในตัว of นักเรียนว่า ไม่มีนักเรียนคนใดที่จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างครบถ้วน ถูกต้องตามหลักการทุกกระบวนการ สิ่งที่ครูควรทำคือการให้ผลที่ย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาตนเอง

5) โจทย์ปัญหาที่ครูจะนำมาสอนนั้น ครูต้องคำนึงถึง ความเหมาะสม วัตถุประสงค์ของปัญหาเหล่านั้น ไม่ง่ายเกินไปและไม่ยากเกินไป ให้มีความท้าทายที่นักเรียนอยากที่จะลองแก้โจทย์ปัญหา หากโจทย์ปัญหาใดที่ใกล้เคียงกับบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนอาจจะรู้สึกว่าการที่แก้โจทย์ปัญหานี้ก็เหมือนการที่นักเรียนได้แก้ปัญหาในชีวิตของตนเอง

6) ครูไม่ควรที่จะบอกคำตอบหรือวิธีการใด ๆ ที่จะได้มาซึ่งคำตอบให้กับนักเรียน เพราะการแก้โจทย์ปัญหานี้ นักเรียนควรที่จะแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เป็นผู้แนะแนวทางเท่านั้น เพราะต้องการให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดด้วยตนเอง ไม่ใช่จากคำบอกของครู

7) ในการหาคำตอบที่จะแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ครูจะต้องให้นักเรียนได้ตัดสินใจด้วยตนเองในการเลือกวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้หาคำตอบ ครูต้องเปิดโอกาสเสมอ เพื่อให้ นักเรียนได้ใช้วิธีการที่หลากหลายมากที่สุด

8) เพื่อให้การเรียนการแก้ปัญหาเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพครูควรจะมีฝึกพฤติกรรมเพิ่มเติมให้กับนักเรียนในขณะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาอีกด้วย เช่น การฝึกสังเกต การฝึกสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลาย ๆ แหล่ง การฝึกการตั้งปัญหาเพื่อนำเอาปัญหาเป็นฐานไปสู่การทำโครงการ เป็นต้น

9) ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนตามความเหมาะสมกับระดับวัยของนักเรียนในการแก้ไขโจทย์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาในการเขียนอธิบาย สรุป นำเสนอ ถ่ายทอดความคิดของนักเรียนเองอย่างละเอียด

10) เมื่อนักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา ครูไม่ควรที่ปล่อยให้ย่นนักเรียนทิ้งไว้เพียงลำพัง ครูควรที่จะสร้างข้อคำถามในการกระตุ้นผู้เรียน หรือคอยพิจารณานักเรียนที่กำลังจะแก้ปัญหาผิดแนวทาง ควรเดินดูนักเรียนและให้คำแนะนำนักเรียนเป็นรายบุคคล

11) ครูควรที่จะมีการสร้างปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน โดยอาจจะเป็นระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนกับเพื่อนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แลกเปลี่ยนมุมมองวิธีการคิดของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งการแบ่งกลุ่มสามารถช่วยได้

สุดท้ายวิธีการทั้ง 11 วิธีเป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งในบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนการแก้ปัญหา ซึ่งจะให้ดีนั้น ครูจะต้องนำเอาไปใช้โดยดูความเหมาะสม บริบทในชั้นเรียนของตนเอง และที่สำคัญคือความสนใจของนักเรียนที่มีต่อปัญหาที่ครูได้นำมาเสนอ เพราะในบางครั้งทำให้วิธีการสอนของครูนั้นสามารถใช้ได้ดีเพียงใด แต่บริบทของปัญหาทำให้นักเรียนไม่สามารถที่จะเข้าถึงได้ ก็ไม่สามารถที่จะจัดการเรียนการสอนแก้ปัญหาผ่านไปได้ด้วยดี ดังทั้งบทบาทครูและนักเรียน รวมถึงบริบทความเหมาะสมของปัญหาจะต้องมีการดำเนินการที่ไปควบคู่กัน ครูที่ไม่สามารถสอนโจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนได้ อาจทำให้นักเรียนไม่ได้พัฒนาตามความสามารถอย่างที่นักเรียนควรจะเป็น ดังนั้น ครูจึงต้องให้ความสำคัญและความสนใจกับการเรียนการสอนในวิธีนี้

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะนำมาดัดแปลงเป็นบทบาทของครูในงานวิจัย โดยครูจะใช้กิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มเป็นนักเรียนที่มีความคล่องความสามารถ โดยจะประกอบไปด้วยกลุ่มละ 4 คน ในจำนวนนี้จะมีประกอบด้วยนักเรียนเก่ง 1 คน นักเรียนกลาง 2 คน และนักเรียนอ่อน 1 คน โดยครูได้ศึกษาและเตรียมสถานการณ์จริงที่จะนำมาใช้กับผู้เรียนด้วยความเหมาะสมต่อผู้เรียน ในขณะที่จัดกิจกรรมในชั้นเรียนครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำหรือให้คำปรึกษาเท่าที่จำเป็น ไม่บอกวิธีการหรือขั้นที่จะสามารถได้คำตอบมาโดยง่าย ควบคุมการดำเนินกิจกรรมไปด้วยความเหมาะสม ตั้งคำถามที่สามารถชี้ให้นักเรียนดำเนินการในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวเองแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างราบรื่น รวมไปถึงการสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของนักเรียนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม

บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ บทบาทของครูและนักเรียนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จึงได้ทำให้มีนักการศึกษาบางส่วนได้กล่าวถึงบทบาทที่สำคัญต่าง ๆ สำหรับแนวทางการเรียนการสอนที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียน ดังนี้

บราว (Brown, 2011, p. 243 - 246) ได้กล่าวว่า ครูต้องเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับนักเรียน และครูต้องสามารถใช้ตัวแบบได้อย่างชำนาญ กิจกรรมที่จัดควร ครูควรจะต้องจัดนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ จำนวนคนไม่ควรเกิน 5 - 6 และในแต่ละกลุ่มนั้นจะต้องคละความสามารถของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่ร่วมกัน ครูควรใช้ปัญหาสถานการณ์จริงมาดำเนินกิจกรรมให้นักเรียนได้พิจารณา ถามความเชื่อมโยงและคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เมื่อนักเรียนเห็นความเชื่อมโยงและสามารถเลือกใช้ตัวแบบ ครูจะต้องให้อิสระกับนักเรียนในการเลือกใช้ตัวแบบไปแก้ปัญหา ในขั้นตอน การคิด หรือแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูไม่ควรที่จะบอกคำตอบเพราะจะทำให้ให้นักเรียนไม่ได้เกิดการคิดด้วยตนเอง จะกลายเป็นเพียงเขียนตามแนวคิดของครู แต่ครูควรแนะนำถึงแนวทางหรือวิธีการหาคำตอบจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เลือกใช้ คำตอบที่นักเรียนได้มา ครูอาจถามคำถามให้นักเรียนพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ เพื่อให้ให้นักเรียนนำเอาไปแปลความหมายสู่คำตอบของสถานการณ์จริง ซึ่งสอดคล้องกับ เลียววิทและอาน (Leavitt & Ahn, 2013, p. 357 - 358) ได้กล่าวถึงบทบาทครูว่า ครูจะต้องศึกษาปัญหาสถานการณ์จริงก่อนนำมาสอนให้ชัดเจน ในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูต้องเตรียมแต่ละขั้นไว้แล้ว ทั้งในวิธีการและคำถามที่จะช่วยกระตุ้นนักเรียน ก่อนเริ่มทำกิจกรรมครูควรแบ่งกลุ่มเล็ก ๆ ให้กับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถช่วยเหลือกันในระหว่างการทำกิจกรรมได้ ซึ่งกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์บางครั้งอาจจะไม่ได้เน้นความถูกต้องแต่เน้นถึงกระบวนการในการในแต่ละขั้นตอน การดำเนินกิจกรรมที่ดีนั้นควรจะจัดเป็นกลุ่ม เพราะจะช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงกระบวนการของเพื่อนในกลุ่มของตนเอง ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการพัฒนาตัวเองของนักเรียนด้วย ครูอาจจะต้องให้มีการนำเสนอในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงแนวทางที่สามารถนำมาปรับและพัฒนาได้ ไม่จำเป็นที่จะรอแค่นำเสนอตอนได้คำตอบของสถานการณ์จริงเพียงอย่างเดียว

แบกเตอร์ บาร์โล และสเตเฟน (Bleiler-Baxter, Barlow, & Stephens, 2016, p. 63) ได้แนะนำว่า ครูต้องให้คำแนะนำนักเรียนตั้งแต่ขั้นตอนการวิเคราะห์และทำความเข้าใจสถานการณ์จริง อาจใช้การถามคำถามเพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลมีอะไรบ้าง มีความสัมพันธ์กัน

อย่างไร และการทำสถานการณ์จริงให้ง่ายขึ้น ครูต้องคอยแนะนำการตัดส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออก ในขั้นตอนการแปลงสถานการณ์จริงสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนอาจใช้ตัววิธีการที่หลากหลาย ครูต้องเปิดรับวิธีการของนักเรียนแล้วให้เหตุผลกับแต่ละวิธี ค้นหาวิธีที่เหมาะสมจนได้มาซึ่งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนนำตัวแบบและความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์จริง ครูคอยดูนักเรียนและเพิ่มเติมสิ่งที่ขาดและคอยแก้ไขสิ่งที่ผิดให้กับนักเรียน จนนักเรียนสามารถอธิบาย ให้เหตุผล และสรุปคำตอบที่ถูกต้องสู่สถานการณ์จริงที่นักเรียนได้ศึกษา สอดคล้องกับ เฮอเนนเดส และคณะ (Hernández, Levy, Felton-Koestler, & Zbiek, 2017, pp. 336 - 340) ที่ได้กล่าวว่า ในการเลือกสถานการณ์จริงมาสอน ครูต้องเลือกปัญหาที่นักเรียนหลายคนคุ้นเคย ให้ความสนใจและนักเรียนมีส่วนในการตัดสินใจ อาจจะต้องสอบถามความสนใจนักเรียนก่อนที่ครูจะเลือกปัญหา ในขั้นตอนการตั้งสมมติฐานครูจะต้องใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน เช่น ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันอย่างไร จากข้อมูลสามารถนำมาทำอะไรได้บ้าง เป็นต้น พอถึงขั้นแปลงจากสถานการณ์จริงเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ครูอาจถามคำถามให้นักเรียนพิจารณาถึงคณิตศาสตร์ในที่เกี่ยวข้อง ไม่บอกวิธีการแก่นักเรียนแต่ถามคำถามที่มีลักษณะชี้แนะ ไม่บอกคำตอบหรือวิธีการใด ๆ แก่นักเรียน เว้นแต่นักเรียนไม่สามารถไปต่อได้ ครูอาจจะไปแนวทางคำตอบให้กับนักเรียน ในการเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ครูต้องถามเหตุผลนักเรียนในการเลือกใช้วิธีเหล่านั้น และคำตอบที่ได้ออกมานักเรียนแต่ละคน อาจจะมีคำตอบที่ต่างกันได้ ซึ่งครูจะต้องคอยตรวจสอบนักเรียนว่าผิดพลาดในขั้นตอนใด แล้วแนะนำนักเรียนแต่ละคนในขั้นตอนที่ผิดพลาดที่ต่างกันได้ ก่อนเริ่มทำกิจกรรมครูสามารถจัดกลุ่มในการทำกิจกรรมให้นักเรียน อาจจะเป็นกลุ่ม 3 - 4 คน เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนวิธีการคิดในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการใช้ตัวแบบ ครูให้นักเรียนออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน จะได้เห็นถึงวิธีการที่แตกต่าง สุดท้ายของกิจกรรมครูควรสรุปความรู้และความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงให้กับนักเรียน

กรีเฟลดและโวลฮอลเตอร์ (Greefrath & Vorhölter, 2016, p. 28 -31) ได้กล่าวว่า ประโยชน์ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นหน้าที่ครูที่จะต้องทำให้นักเรียนเข้าใจ และครูต้องสร้างทัศนคติที่ดีกับตัวแบบ อาจใช้การยกตัวอย่างสถานการณ์จริงที่เกี่ยวข้องกับการนำตัวแบบไปใช้แก้ปัญหา ในการเลือกใช้ตัวแบบของนักเรียน ครูจะต้องให้อิสระแต่ครูควรชี้แนะตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ และควรให้นักเรียนแต่ละคนอธิบายถึงเหตุผลในการเลือกใช้ตัวแบบ กิจกรรมที่จัดขึ้นครูต้องจัดสรรเวลากับนักเรียนให้เหมาะกับนักเรียนแต่ละช่วงวัย ในระหว่างการการค้นหาข้อสรุป ครูอาจให้แนะนำนักเรียนเพิ่มเติมในกรณีนักเรียนพบเจอปัญหา หรือพิจารณาความ

ถูกต้องแล้วให้ผลสะท้อนกับนักเรียน เมื่อนักเรียนได้คำตอบและแปลความของคำตอบ คณิตศาสตร์สู่คำตอบของสถานการณ์จริง ครูก็ให้นักเรียนพิจารณาถึงความสมเหตุสมผล และครูพิจารณาความถูกต้องของกระบวนการ คำตอบ เหตุผลของนักเรียน จากนั้นให้ผลสะท้อนกลับไปยังนักเรียนเพื่อพัฒนาหรือแก้ไข แล้วให้นักเรียนนำผลลัพธ์สุดท้ายออกมานำเสนอและอภิปรายถึงปัญหาสถานการณ์จริงที่นักเรียนได้แก้ไข ซึ่งสอดคล้องกับ บลูแมน (Buhrman, 2017, p. 319 - 320) ได้กล่าวว่า ครูจะต้องเน้นความเป็นอิสระสูงสุดของนักเรียนในการเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยมีครูเป็นคนที่คอยให้คำปรึกษา ครูอาจจะใช้ข้อคำถามในเชิงพิสูจน์เพื่อที่จะทำให้นักเรียนได้ค้นพบวิธีการของตนเองในการเลือกใช้ตัวแบบ คำถามของครูที่ใช้ถามนักเรียนจะต้องเป็นคำถามที่สามารถนำนักเรียนไปถึงความเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์จริงกับคณิตศาสตร์ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อคำถามจำนวนที่น้อยข้อคำถาม สามารถตั้งคำถามเพื่อที่จะใช้คำถามเหล่านั้นในการถามนักเรียนได้จำนวนมากตามเท่าที่จะถึงความสามารถของนักเรียน ครูจะต้องทบทวนสถานการณ์จริงและคิดข้อคำถามมาส่วนหนึ่ง จากนั้นพิจารณาความเหมาะสมของสถานการณ์จริงกับความแตกต่างของนักเรียนแล้วจึงเพิ่มข้อคำถามหรือลดทอนข้อคำถาม อาจเป็นคำถามในลักษณะของการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องของการเชื่อมโยงเข้าสู่คณิตศาสตร์ ครูจะต้องเป็นผู้นำแนะนำเท่านั้น ไม่ควรบอกไปคำตอบ และเมื่อได้ผลลัพธ์ของคำตอบสู่สถานการณ์จริงครูต้องชี้ให้นักเรียนให้เห็นถึงการนำคำตอบไปใช้ ความสมเหตุสมผล ซึ่งคล้ายกับ ฟุลตัน และคณะ (Fulton, Wickstrom, Carlson, & Burroughs, 2019, p. 131 - 132) ที่ได้กล่าวว่า หน้าที่หลักของครูคือจะต้องทำให้นักเรียนพิจารณาด้วยตนเองได้ว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สามารถจะนำไปใช้ในการที่จะแก้ปัญหาของตนเองได้จริง กิจกรรมที่ออกแบบให้นักเรียนใช้ตัวแบบครูจะต้องมีส่วนเข้าไปร่วมในขณะนี้นักเรียนใช้ตัวแบบหรือกำลังพัฒนาตัวแบบ โดยสถานการณ์จริงที่ครูนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมต้องมีความท้าทายเหมาะสมกับวัยของนักเรียน ครูจะต้องพิจารณาความถูกต้องในขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หากพบจุดที่นักเรียนผิด ครูควรชี้ให้นักเรียนแก้ไขในทันทีหรืออาจจะรอจนถึงขั้นตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบของสถานการณ์จริงแล้วครูจึงให้นักเรียนย้อนกลับมาแก้ไข ครูต้องจัดให้มีการอภิปรายวิธีการใช้ตัวแบบ การแปลความหมายของคำตอบของตัวแบบสู่สถานการณ์จริง ครูควรต้องพิจารณาถึงความสำคัญในส่วนของความแตกต่างของนักเรียนแต่ละคน ในการที่จะเลือกใช้ตัวแบบเพราะตัวแบบที่นักเรียนเลือกใช้แต่ละคนอาจจะไม่เหมือนกันแต่ได้ผลลัพธ์และสามารถอธิบายถึงสถานการณ์จริงได้เหมือนกัน ดังนั้นครูจะต้องเปิดผู้นำในการเปิดมุมมองของนักเรียนให้เห็นถึงหลากหลายตัวแบบในการแก้ปัญหา แต่อาจให้คำอธิบายเพิ่มเติมถึง

ความสะดวกในการใช้และความเหมาะสมของตัวแบบกับสถานการณ์นั้น ๆ และยังสอดคล้องกับ โกเมสและเฟอร์เต (Gómez-Chacón & Fuente, 2019, p. 153 - 154) ได้กล่าวว่า ครูจะต้องชี้แจง รายละเอียด ความสำคัญและวิธีการนำไปใช้ของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน เพื่อเป็น สิ่งจูงใจของนักเรียน ในขั้นตอนการใช้ตัวแบบ นักเรียนควรได้คิดจากข้อคำถามของครูและสามารถ ตัดสินใจด้วยตนเอง ตั้งแต่สถานการณ์ที่สนใจจนถึงการเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หาก สถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก ครูจะต้องช่วยเหลือนักเรียนตัดองค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องของ คำถามคำถามนำให้นักเรียนเห็นถึงความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงนั้น คอยช่วยเหลือนักเรียนอย่างใกล้ชิดในขั้นการแปลงจากสถานการณ์จริงมาสู่ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ ขั้นนี้ถือเป็นขั้นที่สำคัญที่สุดในกระบวนการเพราะจะเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างโลก จริงสู่โลกของคณิตศาสตร์ หลักจากนักเรียนได้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของตนเอง ครูอาจให้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยน ตรวจสอบตัวแบบของนักเรียนกับเพื่อนในกลุ่ม จากนั้นครูตรวจสอบความ ถูกต้องรายบุคคล คอยแก้ไขจุดที่ยังไม่ถูกต้อง และให้คำแนะนำเพิ่มเติมหากตัวแบบของนักเรียน ยังขาดองค์ประกอบบางอย่าง ครูจะมีบทบาทเป็นคนคอยแนะนำ นักเรียนจะเป็นคนลงมือปฏิบัติ ครูมีความจำเป็นที่จะต้องใส่ใจ และให้ความสำคัญในส่วนของเหตุผลและการตัดสินใจของตัว นักเรียนแต่ละบุคคลในการเลือกใช้ตัวแบบ และคอยเก็บข้อมูลเพื่อนำไปพัฒนากระบวนการใช้ตัว แบบของนักเรียนในคาบเรียนหรือกิจกรรมต่อ ๆ ไป

นอกจากนั้น เฟอร์รี (Ferri, 2018, p. 94 - 102) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูว่า ครูควรสร้าง ความคุ้นเคยให้กับนักเรียนในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยอาจจะเริ่มจากการแนะนำการ สร้างตัวแบบให้กับนักเรียน ครูจะต้องทำให้นักเรียนเห็นถึงการสร้างตัวแบบที่เปิดกว้าง มีทั้งตัว แบบที่ซับซ้อนและไม่ซับซ้อน อธิบายนักเรียนถึงประโยชน์ของการนำเอาใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ไปใช้งาน โดยอาจจะมีการยกตัวอย่างที่เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงหรือสิ่งที่เคยพบเจอ ของนักเรียนแล้วอธิบายถึงความเกี่ยวข้องของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หรือบางครั้งครูอาจจะถาม คำถามในลักษณะที่สามารถเชื่อมโยงเข้าสู่คณิตศาสตร์ได้ แล้วอธิบายเพิ่มเติมว่าคณิตศาสตร์ใน ส่วนนั้นสามารถนำไปสร้างตัวแบบได้อย่างไร ในกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ครูควรจะเน้นที่คำถามว่าคิดอย่างไร ใช้วิธีการหรือกระบวนการใด มากกว่าคำตอบคือ อะไร ครูควรบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการเรียนการสอนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพราะปัญหาในชีวิตจริงบางอย่างค่อนข้างมีความ ซับซ้อน การใช้โปรแกรมจะมีส่วนช่วยอย่างมากในการที่จะคำนวณเพื่อหาตัวแบบที่มีความ เหมาะสมได้ง่ายขึ้นอย่างมาก เช่น CAS Excel หรือ Matlab การใช้โปรแกรมในส่วนนี้จะช่วยลด

เวลาในการคำนวณหาสูตรหรือค่าคำนวณหาผลลัพธ์ในระหว่างขั้นตอนการค้นหาคำตอบของตัวแบบ ครูต้องต้องพิจารณาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการใช้ตัวแบบว่าจะนำเทคโนโลยีเข้ามาสอดแทรกในขั้นตอนใดได้บ้าง อีกทั้งการจัดกิจกรรมกลุ่มที่จะเป็นช่วยให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนเองกับเพื่อนได้

มาร์ และคณะ (Maaß, O'Meara, Johnson, & O'Donoghue, 2018, p. 131) ได้กล่าวว่า หากครูสามารถสอนให้นักเรียนใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ จะถือว่าครูทำประโยชน์ให้กับสังคมอย่างมากเพราะเมื่อนักเรียนเติบโตขึ้นไปผู้ใหญ่ พวกเขาจะเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบ และสามารถจำลองพฤติกรรมของตนเอง แก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้ เพราะตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงและการแก้ปัญหาของสถานการณ์จริง ครูสามารถปลูกฝังให้นักเรียนตั้งแต่วัยประถมจนถึงระดับอุดมศึกษาในการแก้ปัญหา ให้เหตุผล หาคำอธิบายกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เมื่อนักเรียนจบการศึกษาจะสามารถนำความรู้จากกระบวนการของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาคืออยู่ในสังคมจริงได้ หน้าที่ครูคือต้องทำให้นักเรียนได้พิจารณาด้วยตนเองเกี่ยวกับความสำคัญในชีวิตของนักเรียนสำหรับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหา หรืออธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริง ครูต้องสร้างกิจกรรมที่ชี้นำนักเรียน อาจจะเป็นการนำสถานการณ์จริงมาให้นักเรียนวิเคราะห์ และแก้ไข โดยอาศัยตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และความรู้คณิตศาสตร์ ครูต้องเน้นกระบวนการคิดของนักเรียนมากกว่าผลลัพธ์ที่ได้ ครูอาจจะต้องมีการร่วมมือกับครูสาขาวิชาอื่นในการจัดกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็นถึงการเชื่อมโยงได้อย่างชัดเจน

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มีทั้งบทบาทของครูที่เน้นการถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิด ค้นหาวิธีที่จะนำมาซึ่งตัวแปรต่าง ๆ โดยบทบาทที่ครูควรจะเน้นคือการแปลสถานการณ์จริงสู่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และบทบาทครูที่เน้นการอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนในแต่ละขั้นตอน อีกทั้งในการจัดกิจกรรมของครูและนักการศึกษาข้างต้นส่วนมากใช้กิจกรรมกลุ่มในการเรียนการสอนที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา

3.2.3 การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหา

เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอน ซึ่งในการวัดและประเมินผลควรจะต้องพิจารณาที่แต่ละขั้นตอนของนักเรียนอย่างละเอียด ไม่ควรพิจารณาที่คำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว ผู้วิจัยจึงยึดแนวทางการให้คะแนนรูปรีด (Rubric

scoring) ที่เป็นการวัดแบบจำแนกพฤติกรรมออกเป็น ส่วน ๆ ในการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 199 - 201) ได้กล่าวถึงการให้คะแนนแบบรูบริค คือ การให้คะแนนโดยที่จะพิจารณาการแสดงออก พฤติกรรมของนักเรียน หรือชิ้นงานที่ลงมือทำ ไม่ได้ดูจากผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว จะต้องมองถึงแต่ละขั้นตอนที่นักเรียนได้เกิดการปฏิบัติ อีกทั้งจำเป็นจะต้องมีการกำหนดรายละเอียดของพฤติกรรมในแต่ละพฤติกรรมในการให้คะแนนนักเรียนอย่างชัดเจน ต้องสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามแต่ละสถานการณ์ อีกทั้งการให้คะแนนในลักษณะแบบนี้ จะเป็นเครื่องมือช่วยให้สามารถพิจารณา นักเรียนได้ถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถนำผลคะแนนและข้อผิดพลาดของนักเรียนมาปรับปรุง ให้ข้อแก่สำหรับนักเรียนหรือพัฒนาการจัดการเรียนการสอน อีกทั้งช่วยนักเรียนในด้านที่นักเรียนมีข้อปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น การให้คะแนนแบบรูบริคมี 2 แบบคือ

แบบที่ 1 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) คือ การให้คะแนนโดยพิจารณาจากสิ่งที่ต้องการประเมินโดยแยกเป็นแต่ละองค์ประกอบ เช่น เมื่อต้องการพิจารณาถึงความสามารถในการแก้ปัญหา ก็ควรจะต้องพิจารณาแยกประเมินในส่วนของการทำความเข้าใจปัญหา และอีก 3 ด้านที่เหลือ เป็นต้น ซึ่งในการให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบควรจะต้องกำหนดเกณฑ์อย่างชัดเจน โดยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มักจะใช้วิธีการให้คะแนนแบบวิเคราะห์มาเป็นส่วนในการประเมินผล ซึ่งการประเมินผลแบบนี้ สามารถวิเคราะห์จุดที่ควรส่งเสริมปรับปรุง แก่ไขหรือพัฒนาให้กับผู้เรียนได้ดี อีกทั้งสามารถใช้ร่วมกับการสังเกต สัมภาษณ์ เพื่อจะทำให้ผลลัพธ์ในการที่จะประเมินแม่นยำขึ้น

แบบที่ 2 การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) คือ การให้คะแนนโดยพิจารณาจากภาพรวมจากสิ่งที่ต้องการประเมิน โดยจะระบุพฤติกรรมของนักเรียนเป็นลักษณะกว้าง ๆ ไม่ควรเจาะจงเป็นด้าน ๆ เหมือนการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เป็นการมองภาพรวมของพฤติกรรมหรือการทำงานของนักเรียน ควรใช้ร่วมกับการสังเกต หรือ การถามคำถาม

สำหรับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการประเมินผล ครูจะใช้การประเมินแบบใดก็ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ครูต้องการประเมิน ซึ่งถ้าครูต้องการพิจารณาแต่ละขั้นตอนของนักเรียนก็ควรจะต้องใช้การประเมินแบบวิเคราะห์ แต่ถ้าไม่ได้เจาะจงด้านใดด้านหนึ่งก็ควรใช้การประเมินแบบองค์รวม อีกทั้งแบบทดสอบหรือข้อคำถามต่าง ๆ ควรต้องทำให้สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินด้วย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เพื่อพิจารณาความสามารถในแต่ละด้านของนักเรียน คือ 1) ขั้นการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (Understanding a real world situation) 2) ขั้นการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Applying the real world situation to the mathematical problem) 3) ขั้นการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Adapting and applying a mathematical model to solve the mathematical problem) 4) ขั้นการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (Interpreting the answer to real world situation) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีพฤติกรรม ความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกัน จึงจะต้องใช้การให้คะแนนแบบวิเคราะห์เพื่อพิจารณาพฤติกรรมและความสามารถของนักเรียนในแต่ละส่วนเฉพาะ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และส่งเสริมความสามารถของนักเรียน ซึ่งตัวอย่างดังตารางที่ 1

ตาราง 1 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์

ขั้นตอนที่	ลักษณะที่ปรากฏในงานเขียนของนักเรียน
ขั้นพิจารณา	
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	0 คะแนน : นักเรียนไม่สามารถที่จะเข้าใจปัญหาได้ทั้งหมด 1 คะแนน : นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นเพียงบางส่วน 2 คะแนน : นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	0 คะแนน : นักเรียนมีการวางแผนที่ไม่เหมาะสมหรือไม่พยายามที่จะวางแผนแก้ปัญหา 1 คะแนน : นักเรียนมีการวางแผนที่เหมาะสมแต่นำมาใช้แก้ปัญหาได้แค่เพียงบางส่วน 2 คะแนน : นักเรียนมีการวางแผนแก้ปัญหาที่เหมาะสมและสามารถใช้แผนของตนเองหาคำตอบได้
ขั้นได้คำตอบ	0 คะแนน : ไม่แสดงคำตอบ หรือคำตอบผิดเนื่องจากวางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม 1 คะแนน : เกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณหาคำตอบหรือตอบคำถามถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ 2 คะแนน : คำตอบถูกต้องและสามารถระบุหน่วยของคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด

ที่มา: Charles (1987)

การวัดและประเมินผลการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เนื่องจากการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนที่หลากหลายในการวัดและประเมินผลจึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาที่แต่ละขั้นตอนของนักเรียน ไม่ควรพิจารณาที่ผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว นักการศึกษาบางส่วนจึงใช้การวัดและประเมินผลแบบรูบริคดังที่ เตเดและกลูเซล (Tekin-Dede & Bukova-Güzel, 2018, p. 54 -55) ได้กล่าว คือ กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนหลากหลาย และในแต่ละขั้นตอนก็มีวิธีการที่เฉพาะเจาะจง จึงทำให้การวัดและประเมินการให้คะแนนของการใช้ตัวแบบจึงควรใช้การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เพราะจะทำให้ครูผู้สอนได้ทราบวิธีทำหรือพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนการใช้ตัวแบบของนักเรียน ทำให้เตเดและกลูเซล ได้ออกแบบการให้คะแนนของกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แบบวิเคราะห์ไว้ ดังตารางที่ 2



ตาราง 2 การให้คะแนนแบบวิเคราะห์กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของเดเด และ กลูเซล

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem)	
1	ไม่เข้าใจปัญหา ไม่เขียนแสดงจุดประสงค์ในการที่จะหาคำตอบ ไม่เชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์เข้ากับสิ่งที่มีอยู่ ไม่พิจารณาถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ หรือสร้างความสัมพันธ์ที่ผิดพลาด
2	มีการทำความเข้าใจในส่วนของปัญหาบางส่วน ระบุสิ่งที่โจทย์ให้มา กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาในระดับหนึ่ง แต่ไม่ได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลข้อมูลที่มีหรือสร้างความสัมพันธ์ที่ผิดพลาด
3	มีการทำความเข้าใจในส่วนของปัญหาอย่างสมบูรณ์ ระบุสิ่งที่โจทย์ให้มา และกำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาผิดพลาดเล็กน้อย ไม่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีหรือสร้างความสัมพันธ์ที่ผิดพลาด
4	มีการทำความเข้าใจในส่วนของปัญหาอย่างสมบูรณ์ ระบุสิ่งที่โจทย์ให้มา และกำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา สร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีหรือสร้างความสัมพันธ์ที่ผิดพลาด
5	มีการทำความเข้าใจในส่วนของปัญหาอย่างสมบูรณ์ ระบุสิ่งที่โจทย์ให้มา และกำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา อีกทั้งสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลถูกต้อง
ขั้นทำให้ง่าย (Simplifying)	
1	ไม่ทำให้ปัญหาง่ายขึ้นไม่กำหนดตัวแปรที่จำเป็น/ไม่จำเป็นและตั้งสมมติฐานผิด
2	ลดความซับซ้อนของปัญหาบางส่วน กำหนดตัวแปรที่จำเป็น/ไม่จำเป็นในระดับหนึ่งและตั้งสมมติฐานผิด
3	ทำให้ปัญหาง่ายขึ้นโดยมีการกำหนดตัวแปรที่จำเป็น/ไม่จำเป็น อีกทั้งสามารถตั้งสมมติฐานที่ยอมรับได้บางส่วน
4	ทำให้ปัญหาง่ายขึ้นกำหนดตัวแปรที่จำเป็น/ไม่จำเป็นและตั้งสมมติฐานที่เป็นจริง

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
ขั้นการคิดแบบคณิตศาสตร์ (Mathematizing)	
1	ไม่สร้างหรือสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ผิดพลาด
2	การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์/ผิด โดยอาศัยสมมติฐานที่ยอมรับได้บางส่วน
3	การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องตามสมมติฐานที่ยอมรับได้บางส่วน
4	การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์/ผิดโดยอาศัยสมมติฐานที่เป็นจริงและเชื่อมโยงกัน
5	สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่จำเป็นอย่างถูกต้องตามสมมติฐานที่เป็นจริงอธิบายแบบจำลองและเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน
ขั้นการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Working Mathematically)	
1	ไม่นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแก้ตัวแบบที่สร้างขึ้นผิดพลาดหรือพยายามแก้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง
2	นำเสนอวิธีแก้ปัญหา แต่มีข้อบกพร่อง/ข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไม่สมบูรณ์/ผิดพลาด
3	การแก้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไม่สมบูรณ์/ผิดพลาด อย่างถูกต้อง
4	มีข้อบกพร่อง/ข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นอย่างถูกต้อง
5	แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ถูกต้องจากแบบตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นอย่างถูกต้อง
ขั้นการแปลความ (Interpreting)	
1	การตีความผิดหรือไม่ตีความคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับให้เข้ากับบริบทชีวิตจริง
2	การตีความวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผิดพลาด/ไม่สมบูรณ์ เข้ากับบริบทชีวิตจริงอย่างไม่สมบูรณ์

ตาราง 2 (ต่อ)

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
ขั้นการแปลความ (Interpreting)	
3	ตีความวิธีแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ที่ผิดพลาด/ไม่สมบูรณ์ เข้ากับบริบทชีวิตจริงอย่างถูกต้อง
4	การตีความวิธีการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับเข้ากับบริบทชีวิตจริงอย่างไม่สมบูรณ์
5	ตีความคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับอย่างถูกต้องเข้ากับบริบทชีวิตจริงอย่างสมบูรณ์
ขั้นการตรวจสอบความสมเหตุสมผล (Validating)	
1	ไม่ตรวจสอบความถูกต้องหรือทำการตรวจสอบความถูกต้องไม่ถูกต้อง
2	มีการตรวจสอบความถูกต้องบางส่วนแต่ไม่มีการแก้ไขข้อผิดพลาดที่กำหนด
3	มีการตรวจสอบความถูกต้องบางส่วนแก้ไขข้อผิดพลาดที่กำหนดไว้ในระดับหนึ่ง
4	มีการตรวจสอบความถูกต้องบางส่วนและแก้ไขข้อผิดพลาดที่กำหนด
5	มีการตรวจสอบความถูกต้องอย่างสมบูรณ์แต่ไม่แก้ไขข้อผิดพลาดที่กำหนด
6	มีการตรวจสอบความถูกต้องอย่างสมบูรณ์และแก้ไขข้อผิดพลาดที่กำหนดไว้ในระดับหนึ่ง
7	มีการตรวจสอบความถูกต้องอย่างสมบูรณ์และแก้ไขข้อผิดพลาดที่กำหนด

ที่มา: Tekin-Dede & Bukova-Güzel (2018, p. 54 - 55)

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาการวัดและประเมินผลการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่ามีความสอดคล้องกับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาเพราะพฤติกรรมของการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละด้านมีลักษณะเฉพาะเจาะจง จึงควรพิจารณาพฤติกรรมและความสามารถของนักเรียนในแต่ละด้านโดยการวิเคราะห์อย่างละเอียด เพื่อนำข้อมูลมาพัฒนาความสามารถของนักเรียนในแต่ละด้านได้อย่างตรงประเด็น เช่นเดียวกับการแก้ปัญหา

ตอนที่ 4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เอกสารและงานวิจัยที่ 4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ได้แก่ งานวิจัยต่างประเทศ และงานวิจัยในประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

มาติเนซ และวอส (Hernandez-Martinez & Vos, 2015, p. 45) ได้ทำการศึกษาในหัวข้อ “ทำไมต้องเรียนเรื่องนี้” การสำรวจความสัมพันธ์ในการศึกษาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้ได้สำรวจแรงจูงใจของนักเรียนในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยออกแบบกิจกรรมสามกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ กิจกรรมที่ 1 เป็นกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนแต่เป็นเรื่องนักเรียนไม่ค่อยให้ความสนใจ กิจกรรมที่ 2 เป็นกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนแต่เป็นเรื่องนักเรียนให้ความสนใจ กิจกรรมที่ 3 เป็นกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนและเป็นเรื่องนักเรียนให้ความสนใจ ผลการวิจัยที่พบคือ กิจกรรมที่นักเรียนพึงพอใจ กิจกรรมที่ 3 2 และ 1 มากที่สุดตามลำดับ จึงสามารถที่จะทำให้สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการใช้ตัวแบบในชั้นเรียนควรใช้สถานการณ์ที่นักเรียนให้ความสนใจ เพราะทำให้นักเรียนเกิดทัศนคติที่ดีสำหรับการใช้ตัวแบบมากขึ้น

ในขณะที่บูค วีแรคและดูเรน (Bock, Veracx, & Dooren, 2015, p. 31) ได้ทำการศึกษาความสามารถของนักศึกษาครูในการเชื่อมโยงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในโลกจริง กลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการศึกษาคือนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 3 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ครั้งแรก นักศึกษาครูยังไม่สามารถใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องไม่สามารถเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงได้ ต่อมานักศึกษาครูจึงใช้ยุทธวิธีการวางแผน ทัศนคติที่ดี และการทำงานร่วมกันจึงสามารถใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นและนักศึกษาครูสามารถใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เชิงคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในโลกจริงได้ จึงสรุปได้ว่าตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถใช้เป็นสิ่งที่เชื่อมระหว่างโลกจริงกับโลกคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับมิมชู (Mumcu, 2016, p. 80) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์เชิงทฤษฎีของการใช้คณิตศาสตร์ การประยุกต์คณิตศาสตร์ การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และการรู้คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าการประยุกต์คณิตศาสตร์สู่ชีวิตประจำวันจำเป็นต้องใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อเป็นตัวกลางกลางในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์จากโลกของคณิตศาสตร์สู่โลกของความจริง ซึ่งในการเชื่อมโยงนั้นจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในการที่จะเชื่อมโยงและสำหรับผู้ที่ต้องการเชื่อมโยงนั้น จะต้องมีการรู้คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

นอกจากนั้น คาร์ยอนและคณะ (Cahyono et al., 2020, p. 181) ได้ทำการศึกษาการเรียนรู้การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมคณิตศาสตร์บนโทรศัพท์มือถือ โดยครูมีการออกแบบกิจกรรมสถานการณ์จริงโดยให้นักเรียนใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบผลทางสถิติ อธิบายผลการทดสอบที่เกิดขึ้น ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมคณิตศาสตร์บนโทรศัพท์มือถือมีส่วนช่วยนักเรียนในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น และโปรแกรมคณิตศาสตร์นี้ทำให้นักเรียนเห็นถึงการเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์สู่ชีวิตจริงผ่านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น

4.2 งานวิจัยในประเทศ

ศิริชชรินทร์ ยศสวรินทร์ (2559, น. 87 - 89) ได้ทำการวิจัยเรื่อง กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตที่มีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตผ่านเกณฑ์ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง โดยนักเรียนให้เวลาในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริงมากขึ้น แสดงร่องรอยการขีดเขียนในขณะที่ทำความเข้าใจสถานการณ์จริงมากขึ้น และเขียนอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนเขียนคำอธิบายกระบวนการค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้มากขึ้น และเขียนตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญได้ครบถ้วนและสอดคล้องกับความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาได้มากขึ้น ด้านการใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น พร้อมทั้งอธิบายกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น และนักเรียนที่ได้คำตอบถูกต้องของปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวนมากขึ้น สำหรับด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง นักเรียนเขียนอธิบายการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบของปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ได้มากขึ้น ตลอดจนเขียนบรรยายหรืออธิบายคำตอบของสถานการณ์จริงได้มากขึ้นเช่นกัน

อีกทั้งเป็นไปในทางเดียวกันกับ ธัชพล พลรัตน (2561, p. 172 - 178) ได้ทำการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์จริง เรื่อง การประยุกต์ของแคลคูลัส สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่ผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่องแคลคูลัสมาแล้วของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ผลการวิจัยพบว่าสภาพการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนและครูอยู่ในระดับมาก เมื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาสถานการณ์จริง นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนในการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง ครูมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและมีประสบการณ์น้อยในการออกแบบกิจกรรมที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์เรื่องพีชคณิตที่คลาดเคลื่อน กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 60 / 60 โดยมีค่าเฉลี่ย 70.28 / 72.83 นักเรียนมีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 และเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องพร้อมทั้งอธิบายได้ชัดเจนขึ้น

และยังสอดคล้องกับ อิศริยา ปรมัตถากร (2562, น. 200 - 221) ได้ทำการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้คือ (1) เพื่อศึกษาสภาพการเรียนรู้การสอนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียนและครู (2) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงสำหรับนักเรียน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 60 / 60 (3) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียน และ (4) เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนและครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่าสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง (1.1) คะแนนเฉลี่ยของความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียนและครูอยู่ในระดับมาก (1.2) เมื่อให้แก้ปัญหาในชีวิตจริง พบว่า นักเรียนมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง (1.3) ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและมีประสบการณ์น้อยในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง (2) กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงสำหรับนักเรียน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 67.22 / 64.38 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 60 / 60 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง มีความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อนักเรียนได้รับประสบการณ์ในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในด้านการทำความเข้าใจปัญหา การค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ การใช้คณิตศาสตร์ และการอธิบายคำตอบของปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์

ในขณะที่ ขวัญ เพียชัย (2560, น. 368) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาความสามารถในการเรียนวิชาแคลคูลัส เรื่อง โจทย์ประยุกต์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด โดยการจัดการกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กลุ่มที่ศึกษาเป็นนิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา คณ 113 (คณิตศาสตร์สำหรับวิทยาศาสตร์สุขภาพ) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์) จังหวัดนครนายก จำนวน 32 คน โดยการชักตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ประยุกต์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดจำนวน 9 แผน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเรียนวิชาแคลคูลัส เรื่อง โจทย์ประยุกต์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่า

ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ Z-test ผลการวิจัยพบว่า นิสิตที่เรียนวิชาแคลคูลัส เรื่อง โจทย์ประยุกต์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด โดยการจัดกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการเรียนวิชาแคลคูลัส เรื่อง โจทย์ประยุกต์ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดผ่านเกณฑ์ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนิสิตทั้งหมด ($p < 0.05$)



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้คือ เพื่อศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งข้อมูลที่ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจะนำมาวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางกะปิ กรุงเทพมหานคร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 6 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 20 คน โดยห้องเรียนในแต่ละห้องเรียนเป็นจะเป็นห้องเรียนที่มีนักเรียนที่ความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 20 คน โดยใช้การสุ่มอย่างง่ายจากจำนวนห้องเรียนทั้งหมด 6 ห้องเรียน

ในกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้แบ่งนักเรียนออกเป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนทั้งหมด 3 ระดับ ประกอบด้วย สูง ปานกลาง และต่ำ โดยพิจารณาจากคะแนนดิบของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 นำมาจัดเรียงเป็นลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย แล้วกำหนดนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในลำดับที่ 1 – 7 เป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง นักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในลำดับที่ 8 – 14 เป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง และนักเรียนที่มีคะแนนอยู่ในลำดับที่

15 – 20 เป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ หลังจากนั้นแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง 1 คน นักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง 2 คน และนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ 1 คน

จากนั้นผู้วิจัยทำการเลือกนักเรียนมา 4 กลุ่มโดยการสุ่มอย่างง่าย แล้วสัมภาษณ์ครูประจำชั้นของนักเรียนเพื่อตัดสินใจเลือกนักเรียนที่มีความกล้าแสดงออก มีการสื่อสารและนำเสนอแนวคิด ของตนเองได้ดี จำนวน 4 คน ซึ่งประกอบด้วย นักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง 1 คน นักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง 2 คน และนักเรียนที่มีระดับต่ำ 1 คน โดยนักเรียนที่ได้รับเลือกมา จะต้องเป็นนักเรียนที่มาจากคนละกลุ่มกัน เพื่อให้นักเรียน 4 คนนี้ เป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) ในการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ขณะลงมือปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาสถานการณ์จริง และสัมภาษณ์ในส่วน ของกระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนในแต่ละครั้ง

2. การกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยได้ดัดแปลงมาจากกรอบแนวคิดของรุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn, 2005, pp. 47 - 54) สุรสาธิต ผาสุข (2546, น. 39) และอิสริยา ปรมัตถากร (2562, น. 53) ดังนี้

จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนการสอน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความมุ่งหมายหลักคือ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในด้านต่าง ๆ ดังนี้ (1) ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (2) ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (4) ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

ขอบเขตของกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน แต่ละแผนจะใช้เวลา 100 นาที ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละแผน จะประกอบไปด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนนี้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (problem solving process by mathematical model) ซึ่งดัดแปลงมาจากแนวคิดของโพลยา (Polya) วิลสันและคณะ (Wilson and others) กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของจีโอดาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน (Frank R. Giordano, William P. Fox, Steven B. Horton) และการสืบสวนสอบสวนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริงโดยในขั้นนี้ ใช้การสืบสวนสอบสวนเข้ามาช่วยในการสืบค้น ค้นหาและสรุปตัวแปรที่เกี่ยวข้องของสถานการณ์จริง ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง ดังภาพประกอบที่ 28



ภาพประกอบ 28 กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ดัดแปลงจาก กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ (Wilson and others) กระบวนการการศึกษาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของจีโอดาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน (Frank R. Giordano, William P. Fox, Steven B. Horton) และการสืบสวนสอบสวนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากภาพประกอบข้างต้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

เริ่มต้นกิจกรรมในคาบเรียน ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการยกสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมให้นักเรียนเผชิญ เมื่อเริ่มครูให้นักเรียนสืบค้นสถานการณ์จริงเพิ่มเติมอย่างน้อย 3 สถานการณ์จริง จากนั้นให้นักเรียนค้นหาตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงทั้ง 3 สถานการณ์ สรุปตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้อง แล้วนำข้อสรุปมาพิจารณาถึงตัวแปรของสถานการณ์จริงในที่กำหนดใบกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การค้นหาตัวแปรของสถานการณ์จริงของกิจกรรมในคาบเรียน

เมื่อได้พบเจอกับสถานการณ์จริงหรือปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหา นักเรียนต้องพิจารณาเพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์จริง ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเพิ่มเติมช่วยในการค้นหาสิ่งที่

สถานการณ์จริงต้องการ ข้อมูลหรือเงื่อนไขรวมถึงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริง จากนั้น ค้นหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาหาคำตอบ ปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้นจึงพิจารณาเลือกใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้และใช้ความรู้ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ จนกระทั่งสามารถหาคำตอบหรือข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เมื่อได้ข้อสรุปแล้วให้นำข้อสรุปหรือคำตอบที่ได้ไปพิจารณาถึงความถูกต้องและความสมเหตุสมผล โดยเปรียบเทียบ / ตรวจสอบ กับข้อมูลจริง หากคำตอบหรือข้อสรุปยังไม่เหมาะสมให้ย้อนกลับไปพิจารณาใหม่อีกครั้งตั้งแต่การสร้างข้อคำถามเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของปัญหา หากคำตอบหรือข้อสรุปมีความเหมาะสม ให้แปลสิ่งที่ได้นั้นออกมาเป็นคำตอบหรือข้อสรุปของสถานการณ์จริง แล้วนำคำตอบหรือข้อสรุปนั้นไปบรรยายหรืออธิบายสถานการณ์จริง

นอกจากเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แล้ว นักเรียนได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง (real world situation) ที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนเข้ามามีส่วนช่วยร่วมกับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง (learning by doing) อีกทั้งได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) โดยที่นักเรียนนั้น ต้องลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม (group problem solving) ซึ่งในแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยนักเรียนจำนวน 4 คน แบบคณะความสามารถ กล่าวคือ มีนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน โดยนักเรียนแต่ละคนต้องมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงของกลุ่ม นำเสนอผลการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ทั้งของตนเองและของกลุ่ม ตลอดจนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อในชั้นเรียน

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน แต่ละแผนจะใช้เวลา 100 นาที ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา

เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ผู้วิจัยแบ่งกิจกรรมการเรียนการสอนนี้ออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่

ช่วงที่ 1 คาบเรียนที่ 1 – คาบเรียนที่ 4

ช่วงที่ 2 คาบเรียนที่ 5 – คาบเรียนที่ 8

ช่วงที่ 3 คาบเรียนที่ 9 – คาบเรียนที่ 12

โดยแต่ละช่วงมีรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอนดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตาราง 3 รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละคาบ

คาบเรียน	รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอนในคาบเรียน
1	<p>สำหรับในคาบเรียนแรกนี้ เริ่มต้นคาบด้วยการแนะนำกระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรม “แพ็กเกจท่องเที่ยว” โดยสถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้ ไม่ซับซ้อน มีความใกล้ตัวนักเรียน สามารถเข้าใจได้ง่าย แต่เน้นให้นักเรียนได้สัมผัส และคุ้นชินกับแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ครูเปิดให้นักเรียนสามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้</p>
2	<p>ในคาบเรียนที่ 2 เริ่มต้นคาบด้วยการทบทวน กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรม “ยาแก้ปวด” โดยสถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้ มีความยุ่งยากมากกว่าคาบที่ผ่านมาเล็กน้อย ยังคงเน้นให้นักเรียนได้สัมผัส และคุ้นชินกับแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ครูเปิดให้นักเรียนสามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้</p>
3	<p>ในคาบเรียนที่ 3 เริ่มต้นคาบด้วยการทบทวน กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรม “ลือคขายของตลาดนัด” โดยสถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้ มีความยุ่งยากมากกว่าคาบที่ผ่านมาเล็กน้อย ยังคงเน้นให้นักเรียนได้สัมผัส และคุ้นชินกับแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ครูเปิดให้นักเรียนสามารถอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้</p>

ตาราง 3 (ต่อ)

คาบเรียน	กิจกรรมการเรียนการสอน
4	ในคาบเรียนที่ 4 นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล โดยใช้ แบบทดสอบเรื่อง “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” (กิจกรรมรายบุคคล ครั้งที่ 1 เก็บคะแนนร้อยละ 20) เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
5	ในคาบเรียนที่ 5 เริ่มต้นคาบด้วยการทบทวน กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดคงทนของประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรม “มาซบรถกันเถอะ” โดยสถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้ มีความยุ่งยาก ต้องใช้การวิเคราะห์มากกว่าช่วงที่ 1 นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ครูเปิดให้นักเรียนสามารถอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้
6	ในคาบเรียนที่ 6 เริ่มต้นคาบด้วยการทบทวน กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดคงทนของประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรม “ข้าวหมาก” โดยสถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้ มีความยุ่งยาก ต้องใช้การวิเคราะห์มากกว่าคาบที่ผ่านมา นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ครูเปิดให้นักเรียนสามารถอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้
7	ในคาบเรียนที่ 7 เริ่มต้นคาบด้วยการทบทวน กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดคงทนของประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” โดยสถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้ มีความยุ่งยาก ต้องใช้การวิเคราะห์มากกว่าคาบที่ผ่านมา นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ครูเปิดให้นักเรียนสามารถอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้

ตาราง 3 (ต่อ)

คาบเรียน	กิจกรรมการเรียนการสอน
8	<p>ในคาบเรียนที่ 8 นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล โดยใช้ แบบทดสอบเรื่อง “สหกรณ์ออมทรัพย์” (กิจกรรมรายบุคคล ครั้งที่ 2 เก็บคะแนนร้อยละ 20) เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์</p>
9	<p>ในคาบเรียนที่ 9 เริ่มต้นคาบด้วยการทบทวน กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดคงทนของประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรม “Part time ร้านกาแฟ” โดยสถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้ มีความยุ่งยาก ต้องใช้การวิเคราะห์มากกว่าช่วงที่ 1 - 2 นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ครูเปิดให้นักเรียนสามารถอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้</p>
10	<p>ในคาบเรียนที่ 10 เริ่มต้นคาบด้วยการทบทวน กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดคงทนของประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” โดยสถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้ มีความยุ่งยาก ต้องใช้การวิเคราะห์มากกว่าคาบที่ผ่านมา นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ครูเปิดให้นักเรียนสามารถอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้</p>
11	<p>ในคาบเรียนที่ 11 เริ่มต้นคาบด้วยการทบทวน กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดคงทนของประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรม “เส้นทางเดินเรือแม่น้ำเจ้าพระยา” โดยสถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้ มีความยุ่งยาก ต้องใช้การวิเคราะห์มากกว่าคาบที่ผ่านมา นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ครูเปิดให้นักเรียนสามารถอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้</p>

ตาราง 3 (ต่อ)

คาบเรียน	กิจกรรมการเรียนการสอน
12	ในคาบเรียนที่ 12 นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล โดยใช้ แบบทดสอบเรื่อง “ผลไม้กระป๋อง” (กิจกรรมรายบุคคล ครั้งที่ 3 เก็บคะแนนร้อยละ 20) เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

สำหรับในช่วงที่ 1 (คาบเรียนที่ 1 – 4) ในคาบเรียนที่ 1 เริ่มต้นคาบด้วยการแนะนำกระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อเน้นให้นักเรียนได้สัมผัส และคุ้นชินกับแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้ ไม่ซับซ้อน มีความใกล้เคียงนักเรียน สามารถเข้าใจได้ง่าย นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ส่วนคาบเรียนที่ 2 – 3 เป็นการฝึกประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ซึ่งในคาบเรียนที่ 1 - 3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ แต่สำหรับคาบเรียนที่ 4 นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

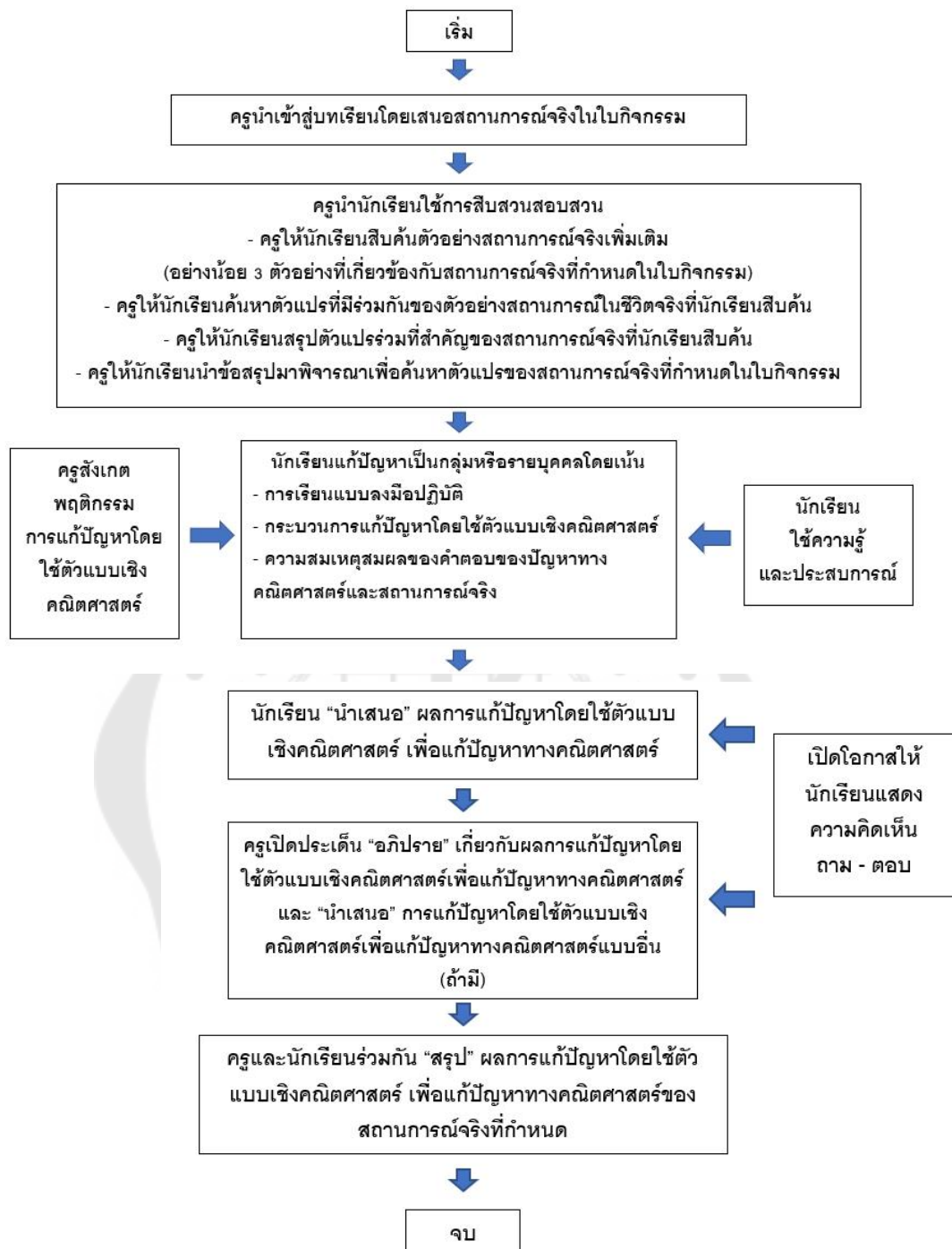
สำหรับในช่วงที่ 2 (คาบเรียนที่ 5 – 8) ในคาบเรียนที่ 5 – 7 เริ่มต้นคาบด้วยการทบทวน กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดคงทนของประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยสถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้ มีความยุ่งยาก ต้องใช้การวิเคราะห์มากกว่าช่วงที่ 1 โดยนักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ซึ่งในคาบเรียนที่ 5 - 7 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ แต่สำหรับคาบเรียนที่ 8 นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

สำหรับในช่วงที่ 3 (คาบเรียนที่ 9 – 12) ช่วงสุดท้ายในการเรียนการสอนในคาบเรียนที่ 9 – 11 เริ่มต้นคาบด้วยการทบทวน กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัว

แบบเชิงคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดคงทนของประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยสถานการณ์จริงในคาบเรียนนี้มีความยุ่งยาก ต้องใช้การวิเคราะห์มากกว่าช่วงที่ 1 - 2 โดยนักเรียนต้องลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม ซึ่งในคาบเรียนที่ 9 - 11 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ แต่สำหรับคาบเรียนที่ 12 นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

สำหรับขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบเรียน ผู้วิจัยได้ทำการดัดแปลงมาจาก แนวคิดของรุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn, 2005, p. 53) โดยเฉพาะกิจกรรมการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มและการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังภาพประกอบที่ 29





ภาพประกอบ 29 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบเรียนที่ได้ดัดแปลงจากรุ่นฟ้า จันท์จารุภรณ์

ที่มา: Rungfa Janjaruporn (2005, p. 53)

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย (1) เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (2) เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน ซึ่งในแต่ละแผนจะประกอบไปด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้เวลาแผนละ 100 นาที ในการดำเนินการแต่ละแผน เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาสถานการณ์จริงและไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผล

เครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบไปด้วย (1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (2) แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และ (3) แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ รายละเอียดดังนี้

(1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอัตโนมัติที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วย ปัญหาสถานการณ์จริงที่ไม่มีความซับซ้อน และปัญหาสถานการณ์จริงที่มีความซับซ้อนหรือมีจำนวนหลายขั้นตอน จำนวน 4 ข้อ ซึ่งแต่ละข้อต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ใน

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยแต่ละข้อมี คะแนนเต็ม 30 คะแนน และมีการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4 ดังนี้

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวอย่าง 	1
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวอย่าง 	0.5
<ul style="list-style-type: none"> ● ไม่ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย 	0
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวแปร 	1
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวแปร 	0.5
<ul style="list-style-type: none"> ● ไม่ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย 	0
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ ถูกต้อง ครบถ้วน 	1
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ ถูกต้องบางส่วน 	0.5
<ul style="list-style-type: none"> ● ไม่ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม 	0
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ได้ถูกต้อง 	1
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ 	0
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน 	1
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน 	0.5
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งใดเลย 	0
<ul style="list-style-type: none"> ● เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญได้ถูกต้อง ครบถ้วน 	1
<ul style="list-style-type: none"> ● เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญได้ถูกต้อง ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน 	0.5
<ul style="list-style-type: none"> ● เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใดเลย 	0

ตาราง 4 (ต่อ)

ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน 	1
<ul style="list-style-type: none"> เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน 	0.5
<ul style="list-style-type: none"> เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใดเลย 	0
<ul style="list-style-type: none"> ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน 	1
<ul style="list-style-type: none"> ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน 	0.5
<ul style="list-style-type: none"> ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งใดเลย 	0
<ul style="list-style-type: none"> อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริง เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริง สมเหตุสมผล 	3
<ul style="list-style-type: none"> อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริง เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือ อธิบายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก ไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่ สมเหตุสมผล 	2
<ul style="list-style-type: none"> อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริง ไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงและไม่สมเหตุสมผล 	1
<ul style="list-style-type: none"> ไม่อธิบายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก 	0
<ul style="list-style-type: none"> ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้องมากกว่า 1 แนวคิด 	1
<ul style="list-style-type: none"> ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้อง 1 แนวคิด 	0.5
<ul style="list-style-type: none"> ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งใดเลย 	0

ตาราง 4 (ต่อ)

ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (10 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง ครบถ้วน 	5
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน 	3
<ul style="list-style-type: none"> ● ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งใดเลย 	0
<ul style="list-style-type: none"> ● สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน 	5
<ul style="list-style-type: none"> ● สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน 	3
<ul style="list-style-type: none"> ● สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เลย 	0
ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (6 คะแนน)	คะแนน
<ul style="list-style-type: none"> ● แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง ครบถ้วน 	4
<ul style="list-style-type: none"> ● แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่ 	3
<ul style="list-style-type: none"> ● แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เพียงบางส่วน 	2
<ul style="list-style-type: none"> ● แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการใดเลย 	0
<ul style="list-style-type: none"> ● เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน 	2
<ul style="list-style-type: none"> ● เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน 	1
<ul style="list-style-type: none"> ● เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใดเลย 	0

ตาราง 4 (ต่อ)

ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (2 คะแนน)	คะแนน
● แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
● แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงสิ่งใดเลย	0
● แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
● แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่แปลข้อสรุปเลย	0

(2) แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เพื่อบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ขณะลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริง ประกอบไปด้วย แบบตรวจสอบรายการและแบบบันทึกภาคสนาม

(3) แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อสอบถามนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละคน โดยจะนำมาใช้หลังสิ้นสุดคาบเรียนในแต่ละครั้ง

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย/ขอบเขตของเครื่องมือแต่ละชนิด
2. ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากพิจารณาปรากฏการณ์หรือสถานการณ์จริงที่มีความน่าสนใจ และสามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปใช้ในการหาข้อสรุปของปรากฏการณ์ที่น่าสนใจหรือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงได้ หลังจากนั้นนำมาปรับเปลี่ยนแก้ไขให้มีความเหมาะสมกับ วิทยุฉิม บรืบท ประสพการณ์และระดับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากนั้นเขียนอธิบายถึงกระบวนการในการได้มาซึ่งข้อสรุปอย่างชัดเจน

สุดท้ายเขียน แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบไปด้วย จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พิจารณาปรากฏการณ์หรือสถานการณ์จริงที่มีความน่าสนใจ และสามารถนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไปใช้ในการหาข้อสรุปของปรากฏการณ์ที่น่าสนใจหรือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงได้ และมีความเหมาะสมกับ วิทยุติ บริบท ประสบการณ์และระดับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นจำนวน 4 ข้อ เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบ

2.3 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ แบบตรวจสอบรายการ และแบบบันทึกภาคสนาม โดยดัดแปลงมาจากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn, 2005, pp. 132 - 133)

3. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความชัดเจนของข้อความ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง สามารถใช้ได้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าสามารถใช้ได้หรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง ไม่สามารถใช้ได้

4. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน สำหรับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยทำการคัดเลือกสถานการณ์จริงเฉพาะข้อที่มีค่า ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

5. นำเครื่องมือที่ใช้วิจัยไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องจำนวน 20 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบางกะปิ กรุงเทพมหานคร

6. นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องมาพิจารณาเพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ แล้วเลือกสถานการณ์จริงที่มีค่าความยากง่ายคือ 0.5 0.5 0.48 และ 0.48 และมีค่าอำนาจจำแนกคือ 0.83 0.80 0.89 และ 0.87 เป็น

จำนวน 4 ข้อเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (รายละเอียดดูภาคผนวก ก)

7. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่ได้ในข้อ 6 โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟา (α -Coefficient) โดยที่ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.85

8. ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ให้เหมาะสมและมีความชัดเจน เพื่อเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบหลังการทดลอง (One-Group Posttest-Only Design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่าง และทำการทดสอบหลังการทดลอง จากนั้นจึงพิจารณาผลการทดลอง

การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลองวิจัยทั้งหมด จำนวน 14 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที โดยได้แบ่งเป็นเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 12 คาบเรียน และเวลาในการทดสอบหลังเรียนจำนวน 2 คาบเรียน ซึ่งรายละเอียดการดำเนินการทดลองมีดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้เวลานอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยได้ทำหน้าที่เป็นผู้สอนและผู้สังเกตการณ์ โดยมีคุณครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางกะปิ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ท่าน ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยวิจัย จดบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมาย และสมาชิกในกลุ่มขณะลงมือปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

2. ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหา สถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียน การสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนในส่วนของ ใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาพิจารณาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. คำนวณหาจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดย ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

3. ทำการทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการ เรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยทำการทดสอบทวินาม

4. นำแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์ และผลงานเขียนของนักเรียนมาวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์ จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยจะพิจารณาทั้งหมด 4 ด้าน คือ (1) ด้านการทำความเข้าใจ สถานการณ์จริง (2) ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) ด้าน การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ และ (4) ด้านการแปลความหมาย คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูล เชิงคุณภาพ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ มีดังนี้ (1) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (2) ค่าความยากง่าย (3) ค่าอำนาจจำแนก และ (4) ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์ แอลฟา

2. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้ (1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (2) ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน และ (3) ค่าร้อยละ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานในการวิจัย คือ การทดสอบทวินาม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ**ตอนที่ 2** พฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 5

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนใบกิจกรรมในชั้นเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งที่มาของคะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x})	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
1. ใบกิจกรรมในชั้นเรียน	60	45.03	75.06	2.88
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์	40	32.82	82.04	6.31
รวม	100	77.85	77.85	5.51

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนเท่ากับ 45.03 คิดเป็นร้อยละ 75.06 ของคะแนนเต็ม โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.88 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เท่ากับ 32.82 คิดเป็นร้อยละ 82.04 ของคะแนนเต็ม โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.31 ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนรวมจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เท่ากับ 77.85 คิดเป็นร้อยละ 77.85 ของคะแนนเต็ม โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.51

1.2 การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดนั้น ผู้วิจัยได้รวมคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แล้วคำนวณหาจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม หลังจากนั้นทำการทดสอบสมมติฐานของ

การวิจัย โดยใช้การทดสอบทวินาม โดยได้ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยแสดง ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 ผลของการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ)	P-value
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง	20	20 (100)	<0.001

*ที่ระดับนัยสำคัญ .01

จากตารางที่ 6 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถผ่านเกณฑ์ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ตอนที่ 2 พฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คน ได้ร่วมกันวิเคราะห์ และพิจารณาถึง (1) ผลงานเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (2) ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป้าหมาย ขณะลงมือปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย โดยมีการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมและกล้องวีดีทัศน์ช่วยในการบันทึกรายละเอียดข้อมูล และ (3) ผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยมีแบบสัมภาษณ์นักเรียนและกล้องวีดีทัศน์ช่วยในการบันทึกรายละเอียดข้อมูล

สำหรับพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยพิจารณาถึงการแสดงออกของนักเรียนในด้านดังต่อไปนี้ (1) ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (2) ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ

(4) ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง ขณะลงมือปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

การนำเสนอผลการวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้อธิบายลักษณะของพฤติกรรมนักเรียนทั้งในส่วนของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและในส่วนของนักเรียนเป้าหมาย โดยมีจำนวนนักเรียนเป้าหมาย 4 คน ซึ่งได้แก่ อาทิตย์ แสงจันทร์ แสงดาว และท้องฟ้า (นามสมมติ) โดยที่อาทิตย์เป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนทางการเรียนสูง คิดเร็วทำเร็ว มีความกล้าแสดงออก เชื่อมั่นในวิธีการคิดของตนเอง ถ้าติดขัดในวิธีการคิดใด ๆ มักจะตั้งคำถามกับครูผู้สอน แสงจันทร์ และแสงดาวเป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนทางการเรียนปานกลาง มีความตั้งใจในการเรียนสูง ชอบเขียนอธิบายสิ่งต่าง ๆ อย่างละเอียด และชอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน และสุดท้ายท้องฟ้าเป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนทางการเรียนต่ำ มีความพยายามในการเรียนสูง ชอบที่จะฟังข้อคิดเห็นต่าง ๆ จากเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน และไม่ย่อท้อต่อการหาคำตอบถึงแม้จะทำได้ค่อนข้างช้า

ในการอธิบายพฤติกรรมแต่ละด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยแบ่งกิจกรรมการเรียนสอนออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

- ช่วงที่ 1 คาบเรียนที่ 1 - คาบเรียน 4
- ช่วงที่ 2 คาบเรียนที่ 5 - คาบเรียน 8
- ช่วงที่ 3 คาบเรียนที่ 9 - คาบเรียน 12

สำหรับในแต่ละช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้เลือกคาบเรียนที่นักเรียนได้แสดงออกถึงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ที่เห็นได้อย่างเด่นชัด มาอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ของพฤติกรรมของนักเรียน ดังนี้

สำหรับช่วงที่ 1 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่ 2 หรือคาบเรียนที่ 4 มาใช้ในการอธิบายถึงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านสถานการณ์จริงที่อยู่ใกล้กับตัวนักเรียน มีความซับซ้อนน้อย เพื่อพิจารณาว่าพฤติกรรมของนักเรียนเป็นอย่างไรบ้าง

สำหรับช่วงที่ 2 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่ 6 หรือคาบเรียนที่ 7 มาใช้ในการอธิบายถึงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อพิจารณาว่าพฤติกรรมของนักเรียนอะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลง และเปลี่ยนแปลงอย่างไร

และสำหรับช่วงที่ 3 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่ 10 หรือคาบเรียนที่ 11 มาใช้ในการอธิบายถึงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อพิจารณาว่าพฤติกรรมของนักเรียนอะไรบ้างที่เปลี่ยนแปลงในช่วงที่ 2 และยังคงแสดงพฤติกรรมนั้นอยู่อย่างสม่ำเสมอในช่วงที่ 3

โดยรายละเอียดของพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีดังนี้

2.1 พฤติกรรมด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยพิจารณาถึงการแสดงออกของนักเรียนในการสืบค้นสถานการณ์เพิ่มเติม วิเคราะห์ เชื่อมโยงสิ่งที่สืบค้น และระบุถึงรายละเอียดสำคัญต่าง ๆ ที่สำคัญของสถานการณ์จริง ซึ่งได้แก่ ตัวอย่างที่สืบค้นเพิ่มเติม การเชื่อมโยงสิ่งที่สืบค้นกับสถานการณ์ที่เผชิญสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง ตารางแสดงข้อมูลสำคัญ ตารางแสดงข้อดีและข้อเสีย การอธิบายแนวความคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริง และความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหา

ผลจากการวิเคราะห์และพิจารณาผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริงจำนวน 11 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนให้เวลามากขึ้นในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (2) นักเรียนแสดงร่องรอยการขีดเขียนข้อความสำคัญครบถ้วนมากขึ้นในขณะที่ทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (3) นักเรียนเขียนตัวอย่างที่สืบค้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์จริงได้จำนวนมากขึ้น (4) นักเรียนเขียนปัจจัยที่มีร่วมกันของตัวอย่างที่สืบค้นได้จำนวนมากขึ้น (5) นักเรียนเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมได้ถูกต้องมากขึ้น (6) นักเรียนเขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้ครบถ้วนมากขึ้น (7) นักเรียนเขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงได้ครบถ้วนมากขึ้น (8) นักเรียนเขียนตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ชัดเจนมากขึ้น (9) นักเรียนเขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ชัดเจนมากขึ้น (10) นักเรียนเขียนอธิบายแนวความคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้

ถูกต้องมากขึ้น และ (11) นักเรียนเขียนความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงได้
ถูกต้องมากขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

(1) นักเรียนให้เวลามากขึ้นในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

สำหรับในช่วงแรกของคาบเรียนที่ 2 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “ยาแก้ปวด” ซึ่งเป็นสถานการณ์จริงที่ต้องการให้นักเรียนเลือกยี่ห้อยาแก้ปวดจากยาแก้ปวดทั้งหมดสามยี่ห้อ โดยจะต้องเลือกยี่ห้อยาที่จะทำให้เด็กหญิงป่วยไม่เกิดผลข้างเคียงสำหรับการสอบของเด็กหญิงป่วยในวันถัดไป นักเรียนส่วนใหญ่พิจารณาสถานการณ์จริงอย่างรวดเร็ว ใช้เวลาอ่านโดยเฉลี่ยประมาณ 1 – 2 นาที โดยที่อ่านแบบไม่ได้คำนึงถึงข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง นักเรียนบางส่วนอ่านผ่าน ๆ หรืออ่านแค่บางส่วน หลังจากอ่านสถานการณ์จริงเสร็จนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกันของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติม ไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เกี่ยวข้องระหว่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมกับสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม ไม่เข้าใจถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาและไม่สามารถระบุรายละเอียดต่าง ๆ ที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย อาทิ ตยให้เวลาในการอ่านสถานการณ์จริงประมาณ 1 – 2 นาที แสงจันทร์และแสงดาวให้เวลาในการอ่านสถานการณ์จริงประมาณ 2 - 3 นาที ส่วนห้องฟ้าให้เวลาในการอ่านสถานการณ์จริงประมาณ 7 นาที หลังจากอ่านสถานการณ์จริงแล้วนักเรียนเป้าหมายทั้งสี่คนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยทันที แต่ยังไม่สามารถระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกันของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติม ไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เกี่ยวข้องระหว่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมกับสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม ไม่เข้าใจถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาและไม่สามารถระบุรายละเอียดต่าง ๆ ที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ อาจเนื่องจากให้เวลาในการอ่านทำความเข้าใจน้อยและอ่านแบบไม่ได้คำนึงถึงรายละเอียดของข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง จึงต้องหยุดการลงมือปฏิบัติกิจกรรม แล้วย้อนกลับไปอ่าน พิจารณาสถานการณ์จริงใหม่อีกครั้งเพื่อให้เข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงมากขึ้น

สำหรับในช่วงที่ 2 คาบเรียนที่ 7 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “แคลซูลอาหารเสริม” ซึ่งเป็นสถานการณ์จริงที่ต้องการให้นักเรียนเลือกชนิดของแคลซูลจากแคลซูลทั้งหมดสามชนิด เพื่อที่จะสามารถบรรจุลงในกระปุกแล้วได้จำนวนกระปุกมากที่สุด นักเรียนส่วนใหญ่ให้เวลาในการพิจารณาในการอ่านสถานการณ์จริงมากขึ้น (ประมาณ 2 – 3 นาที) และเริ่มให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม สำหรับนักเรียนเป้าหมาย อาทิ ตย แสงจันทร์และแสงดาวให้เวลาในการพิจารณาเพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์จริงประมาณ 3 นาที ส่วนห้องฟ้าให้เวลาในการพิจารณาอ่าน

สถานการณ์จริงประมาณ 5 นาที โดยนักเรียนเป้าหมายทั้งหมดเมื่ออ่านพิจารณาอย่างครบถ้วนแล้วจึงลงมือปฏิบัติกิจกรรม

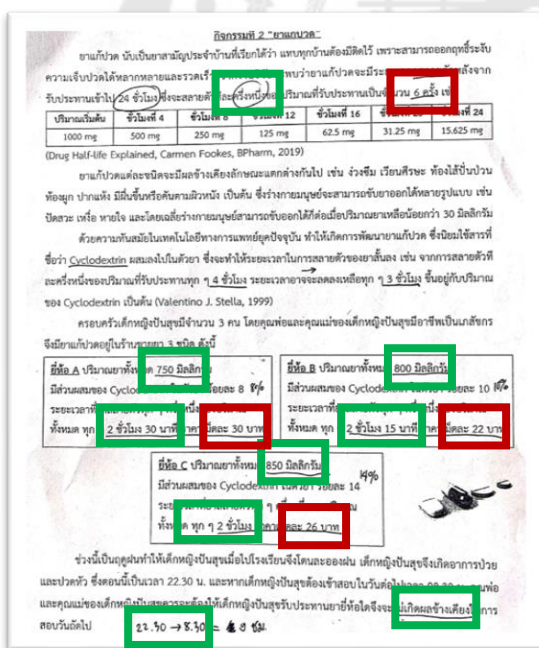
สำหรับในช่วงสุดท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 10 เมื่อนักเรียนได้รับใบกิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” ซึ่งเป็นสถานการณ์จริงที่ต้องการให้นักเรียนเลือกพันธุ์ไม้สักที่ควรปลูกจากพันธุ์ไม้สักทั้งหมด 3 สายพันธุ์เพื่อที่จะปลูกแล้วจะได้ปริมาณไม้สักที่มากที่สุดในการตัดจำหน่าย นักเรียนส่วนใหญ่ให้เวลาในการพิจารณาอ่านสถานการณ์จริงประมาณ 3 – 4 นาที และให้ความสำคัญกับการพิจารณาทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยนักเรียนเป้าหมายอาทิตย์ให้เวลาในการพิจารณาทำความเข้าใจสถานการณ์จริงมากกว่า 4 นาที สำหรับแสงจันทร์ แสงดาวและท้องฟ้าให้เวลาในการพิจารณาทำความเข้าใจสถานการณ์จริงประมาณ 3 – 4 นาที โดยนักเรียนเป้าหมายทั้งหมดเมื่ออ่านพิจารณาอย่างครบถ้วนแล้วจึงลงมือปฏิบัติกิจกรรม

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่ให้เวลาในการพิจารณาเพื่อทำความเข้าใจ อ่านสถานการณ์จริงน้อยมาก และไม่ได้ให้ความสนใจกับข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม จึงทำให้ไม่สามารถที่จะวิเคราะห์ คำนวณรายละเอียด ไม่สามารถระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติม ไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เกี่ยวข้องของระหว่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมกับสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม ไม่เข้าใจถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาและไม่สามารถระบุรายละเอียดต่าง ๆ ที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ทำให้นักเรียนต้องย้อนกลับไปพิจารณาอ่านสถานการณ์จริงใหม่เพื่อให้ได้เข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามสำหรับช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ให้เวลาในการพิจารณาเพื่ออ่านสถานการณ์จริงมากขึ้น โดยเมื่ออ่านแล้วคิดพิจารณา วิเคราะห์ข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงจนเข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวนักเรียนยังได้แสดงจนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนเป้าหมายจำนวน 4 คน ที่พบว่าสาเหตุที่นักเรียนให้เวลาในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริงมากขึ้นนั้นเนื่องมาจากในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนให้เวลาน้อยไปในการอ่านเพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์จริง จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ ไม่สามารถระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกันของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติม ไม่สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เกี่ยวข้องของระหว่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรม ไม่เข้าใจถึงสิ่งที่

สถานการณ์จริงต้องการหาและไม่สามารถระบุรายละเอียดต่าง ๆ ที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ จึงต้องให้เวลามากขึ้นในการพิจารณาเพื่ออ่านทำความเข้าใจสถานการณ์จริงของกิจกรรมถัดไป

(2) นักเรียนแสดงร่องรอยการขีดเขียนข้อความสำคัญครบถ้วนมากขึ้น
 ในขณะที่ทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 2 ในขณะที่นักเรียนลงมือทำความเข้าใจสถานการณ์จริง กิจกรรม “ยาแก้ปวด” พบว่ามีนักเรียนจำนวน 8 คน (คิดเป็นร้อยละ 40 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด) ได้มีการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบ หรือทำสัญลักษณ์ล้อมรอบข้อความในสถานการณ์จริง ซึ่งมีทั้งข้อความหรือรายละเอียดต่าง ๆ ทั้งที่เป็นสาระสำคัญและไม่ใช่สาระสำคัญของสถานการณ์จริง สำหรับนักเรียนเป้าหมายอาทิത്യ แสงจันทร์ และแสงดาวมีการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบ หรือทำสัญลักษณ์ล้อมรอบข้อความในสถานการณ์จริงเช่นกัน แต่ขีดเขียนบางข้อความทั้งข้อความในส่วนที่สำคัญและไม่สำคัญ ส่วนทองฟ้าได้ขีดเขียนข้อความคล้ายนักเรียนเป้าหมายทั้งสามคน แต่ไม่ได้ขีดเขียนข้อความที่เป็นสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ในขณะที่ทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ดังภาพประกอบที่ 30 – 33



- ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)
- การสลายตัวทีละครึ่งหนึ่ง
 - ปริมาณยาแต่ละยี่ห้อ
 - ระยะเวลาที่ยาใช้ในการสลายตัว
 - เวลาที่เด็กหญิงป่วยต้องเข้าสอ

- ข้อความที่ไม่สำคัญ (สีแดง)
- รายละเอียดอื่น ๆ ของยาตัวอย่าง
 - ราคาของยาแต่ละยี่ห้อ

ภาพประกอบ 30 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง
 ในคาบเรียนที่ 2 ของอาทิത്യ

กิจกรรมที่ 2 "ยาแก้ปวด"

ยาแก้ปวด นับเป็นยาสามัญประจำบ้านที่เรารู้จักกันดีว่า แขนงยาแก้ปวดมีได้ไว้ เพราะสามารถออกฤทธิ์บรรเทาความเจ็บปวดได้หลากหลายและรวดเร็ว... จากงานวิจัยพบว่ายาแก้ปวดจะมีระยะเวลาคล้ายคลึงกันจากปริมาณรับประทานไป 24 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาที่สั้นหรือยาวขึ้นจะขึ้นกับปริมาณที่รับประทานเป็นจำนวน 6 ครั้ง เช่น

ปริมาณเริ่มต้น	ชั่วโมงที่ 4	ชั่วโมงที่ 8	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 16	ชั่วโมงที่ 20	ชั่วโมงที่ 24
1000 mg	500 mg	250 mg	125 mg	62.5 mg	31.25 mg	15.625 mg

(Drug Half-life Explained, Carmen Fookes, BPharm, 2019)

ยาแก้ปวดแต่ละชนิดจะมีขนาดและผลแตกต่างกันไป เช่น ยากลุ่ม เว็ททีน จะต้องรับประทานบ่อยๆ... ยากลุ่ม NSAIDs มีทั้งชนิดที่กินแล้วมีผลเร็ว เช่น ยากลุ่ม NSAIDs จะสามารถบรรเทาอาการได้โดยรวดเร็ว เช่น พาราเซตามอล และโดยเฉลี่ยแล้วยาแก้ปวดสามารถบรรเทาอาการได้โดยเร็วประมาณ 30 นาทีถึง 1 ชั่วโมง... ความสามารถในการออกฤทธิ์ของยาแก้ปวดขึ้นอยู่กับปริมาณที่รับประทาน... ซึ่งจะมีใช้การที่ชื่อว่า Cyclohexatin และอยู่ในยี่ห้อต่างๆ ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาในการบรรเทาอาการสั้นลง เช่น จากการลดขนาดของ Cyclohexatin เป็นดังนี้ (Valentino J. Stella, 1999)

ครอบครัวเล็กที่มีลูกอยู่ 3 คน โดยคุณพ่อและคุณแม่ของลูกมีอาชีพเป็นนักศึกษารับค่าตอบแทนอยู่ 3 คน

มีด้า A ปริมาณยาทั้งหมด 750 มิลลิกรัม มีจำนวนของ Cyclohexatin ในปริมาณ 8 ระยะเวลาที่ใช้รับประทานทั้งหมด 8 ชั่วโมง ทุกๆ 2 ชั่วโมง 30 นาที	มีด้า B ปริมาณยาทั้งหมด 800 มิลลิกรัม มีจำนวนของ Cyclohexatin ในปริมาณ 10 ระยะเวลาที่ใช้รับประทานทั้งหมด 10 ชั่วโมง ทุกๆ 2 ชั่วโมง 15 นาที
มีด้า C ปริมาณยาทั้งหมด 850 มิลลิกรัม มีจำนวนของ Cyclohexatin ในปริมาณ 14 ระยะเวลาที่ใช้รับประทานทั้งหมด 14 ชั่วโมง ทุกๆ 2 ชั่วโมง 15 นาที	มีด้า D ปริมาณยาทั้งหมด 900 มิลลิกรัม มีจำนวนของ Cyclohexatin ในปริมาณ 18 ระยะเวลาที่ใช้รับประทานทั้งหมด 18 ชั่วโมง ทุกๆ 2 ชั่วโมง 15 นาที

ช่วงนี้เป็นช่วงที่เงินในกระเป๋าเริ่มจะตึงเครียดแล้ว... คุณพ่อและคุณแม่ของลูกมีอาชีพเป็นนักศึกษารับค่าตอบแทนอยู่ 3 คน โดยคุณพ่อและคุณแม่ของลูกมีอาชีพเป็นนักศึกษารับค่าตอบแทนอยู่ 3 คน... และพบว่า มีด้า B เป็นเวลา 22.30 น. และพบว่า มีด้า C เป็นเวลา 08.30 น. คุณพ่อและคุณแม่ของลูกมีอาชีพเป็นนักศึกษารับค่าตอบแทนอยู่ 3 คน โดยคุณพ่อและคุณแม่ของลูกมีอาชีพเป็นนักศึกษารับค่าตอบแทนอยู่ 3 คน

- ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)**
- การสลายตัวทีละครึ่งหนึ่ง
 - ปริมาณยาแต่ละยี่ห้อ
 - ระยะเวลาที่ยาใช้ในการสลายตัว
 - เวลาที่เด็กหญิงบ่นสุขต้องเข้าสอบ

- ข้อความที่ไม่สำคัญ (สีแดง)**
- รายละเอียดอื่น ๆ ของยาตัวอย่าง
 - ราคาของยาแต่ละยี่ห้อ

ภาพประกอบ 31 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง
ในคาบเรียนที่ 2 ของแสงจันทร์

กิจกรรมที่ 2 "ยาแก้ปวด"

ยาแก้ปวด นับเป็นยาสามัญประจำบ้านที่เรารู้จักกันดีว่า แขนงยาแก้ปวดมีได้ไว้ เพราะสามารถออกฤทธิ์บรรเทาความเจ็บปวดได้หลากหลายและรวดเร็ว... จากงานวิจัยพบว่ายาแก้ปวดจะมีระยะเวลาคล้ายคลึงกันจากปริมาณรับประทานไป 24 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาที่สั้นหรือยาวขึ้นจะขึ้นกับปริมาณที่รับประทานเป็นจำนวน 6 ครั้ง เช่น

ปริมาณเริ่มต้น	ชั่วโมงที่ 4	ชั่วโมงที่ 8	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 16	ชั่วโมงที่ 20	ชั่วโมงที่ 24
1000 mg	500 mg	250 mg	125 mg	62.5 mg	31.25 mg	15.625 mg

(Drug Half-life Explained, Carmen Fookes, BPharm, 2019)

ยาแก้ปวดแต่ละชนิดจะมีขนาดและผลแตกต่างกันไป เช่น ยากลุ่ม เว็ททีน จะต้องรับประทานบ่อยๆ... ยากลุ่ม NSAIDs มีทั้งชนิดที่กินแล้วมีผลเร็ว เช่น ยากลุ่ม NSAIDs จะสามารถบรรเทาอาการได้โดยรวดเร็ว เช่น พาราเซตามอล และโดยเฉลี่ยแล้วยาแก้ปวดสามารถบรรเทาอาการได้โดยเร็วประมาณ 30 นาทีถึง 1 ชั่วโมง... ความสามารถในการออกฤทธิ์ของยาแก้ปวดขึ้นอยู่กับปริมาณที่รับประทาน... ซึ่งจะมีใช้การที่ชื่อว่า Cyclohexatin และอยู่ในยี่ห้อต่างๆ ซึ่งจะทำให้ระยะเวลาในการบรรเทาอาการสั้นลง เช่น จากการลดขนาดของ Cyclohexatin เป็นดังนี้ (Valentino J. Stella, 1999)

ครอบครัวเล็กที่มีลูกอยู่ 3 คน โดยคุณพ่อและคุณแม่ของลูกมีอาชีพเป็นนักศึกษารับค่าตอบแทนอยู่ 3 คน

มีด้า A ปริมาณยาทั้งหมด 750 มิลลิกรัม มีจำนวนของ Cyclohexatin ในปริมาณ 8 ระยะเวลาที่ใช้รับประทานทั้งหมด 8 ชั่วโมง ทุกๆ 2 ชั่วโมง 30 นาที	มีด้า B ปริมาณยาทั้งหมด 800 มิลลิกรัม มีจำนวนของ Cyclohexatin ในปริมาณ 10 ระยะเวลาที่ใช้รับประทานทั้งหมด 10 ชั่วโมง ทุกๆ 2 ชั่วโมง 15 นาที
มีด้า C ปริมาณยาทั้งหมด 850 มิลลิกรัม มีจำนวนของ Cyclohexatin ในปริมาณ 14 ระยะเวลาที่ใช้รับประทานทั้งหมด 14 ชั่วโมง ทุกๆ 2 ชั่วโมง 15 นาที	มีด้า D ปริมาณยาทั้งหมด 900 มิลลิกรัม มีจำนวนของ Cyclohexatin ในปริมาณ 18 ระยะเวลาที่ใช้รับประทานทั้งหมด 18 ชั่วโมง ทุกๆ 2 ชั่วโมง 15 นาที

ช่วงนี้เป็นช่วงที่เงินในกระเป๋าเริ่มจะตึงเครียดแล้ว... คุณพ่อและคุณแม่ของลูกมีอาชีพเป็นนักศึกษารับค่าตอบแทนอยู่ 3 คน โดยคุณพ่อและคุณแม่ของลูกมีอาชีพเป็นนักศึกษารับค่าตอบแทนอยู่ 3 คน... และพบว่า มีด้า B เป็นเวลา 22.30 น. และพบว่า มีด้า C เป็นเวลา 08.30 น. คุณพ่อและคุณแม่ของลูกมีอาชีพเป็นนักศึกษารับค่าตอบแทนอยู่ 3 คน โดยคุณพ่อและคุณแม่ของลูกมีอาชีพเป็นนักศึกษารับค่าตอบแทนอยู่ 3 คน

- ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)**
- การสลายตัวทีละครึ่งหนึ่ง
 - ปริมาณยาแต่ละยี่ห้อ
 - ระยะเวลาที่ยาใช้ในการสลายตัว
 - เวลาที่เด็กหญิงบ่นสุขต้องเข้าสอบ

- ข้อความที่ไม่สำคัญ (สีแดง)**
- รายละเอียดอื่น ๆ ของยาตัวอย่าง
 - ราคาของยาแต่ละยี่ห้อ

ภาพประกอบ 32 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง
ในคาบเรียนที่ 2 ของแสงดาว

กิจกรรมที่ 2 "รวมกลุ่ม"

ยามักปวด นอนเป็นปกติมีอุปสรรคที่เรียกว่า แพ้ทุกขันธ์คือมีไข้ได้ เพราะสามารถออกฤทธิ์จับความเจ็บปวดได้หลากหลายและรวดเร็ว งานวิจัยชี้ให้เห็นว่ายาแก้ปวดจะมีระยะเวลาออกฤทธิ์จากปริมาณที่รับประทาน 24 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาที่สั้นที่สุดคือที่รับประทานเป็นจำนวน 6 ครั้ง เช่น

ปริมาณเริ่มต้น	ชั่วโมงที่ 4	ชั่วโมงที่ 8	ชั่วโมงที่ 12	ชั่วโมงที่ 16	ชั่วโมงที่ 20	ชั่วโมงที่ 24
1000 mg	500 mg	250 mg	125 mg	62.5 mg	31.25 mg	15.625 mg

(Drug Half-life Explained, Carmen Fookes, BPharm, 2019)

ยามักปวดแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันไป เช่น วัณโรค เวียนศีรษะ ท้องไส้ปั่นป่วน ท้องผูก ปวดหลัง มีไข้หรือคลื่นไส้อาเจียน เป็นต้น ซึ่งถ้าหากผู้ป่วยสามารถรับประทานได้หลายรูปแบบ เช่น รับประทาน ยาเม็ด และใช้ยาฉีดเข้าหลอดเลือดดำก็จะได้ผลเร็วกว่า 30 มิลลิกรัม ความเข้มข้นในเลือดในโลหิตสามารถเพิ่มขึ้นได้ทันทีโดยการรับประทานยาแก้ปวด ซึ่งไม่มีอันตรายที่ชื่อว่า Cyclo-oxygenase และไปยับยั้ง ซึ่งจะทำงานในเวลาในการลดอาการอักเสบ เช่น จากการลดการอักเสบที่เซลล์เนื้อเยื่อที่รับประทานทุก ๆ 4 ชั่วโมง ระยะเวลาของผลของยาทุก ๆ 3 ชั่วโมง ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของ Cyclo-oxygenase เป็นต้น (Valentino J. Stella, 1999)

ครอบครัวมีผู้ป่วยในจำนวน 3 คน โดยผู้ป่วยแต่ละคนมีลักษณะอาการที่แตกต่างกัน

ผู้ป่วย A ปริมาณยา 750 มิลลิกรัม มีลักษณะของ Cyclo-oxygenase 8 ระยะเวลาที่รับประทานยา 2 ชั่วโมง 30 นาที

ผู้ป่วย B ปริมาณยา 600 มิลลิกรัม มีลักษณะของ Cyclo-oxygenase 10 ระยะเวลาที่รับประทานยา 2 ชั่วโมง 15 นาที

ผู้ป่วย C ปริมาณยา 850 มิลลิกรัม มีลักษณะของ Cyclo-oxygenase 14 ระยะเวลาที่รับประทานยา 2 ชั่วโมง 26 นาที

และพบว่า ซึ่งนอนเป็นเวลา 22.30 น. และจากสถิติผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในวันที่ 08.30 น. ผู้ป่วยมีอาการปวดศีรษะและคลื่นไส้

สอนวันต่อไป

- ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)**
- การสลายตัวของตัวยาแต่ละครั้งหนึ่ง
 - ปริมาณยาแต่ละยี่ห้อ
 - ระยะเวลาที่ยาใช้ในการสลายตัว
 - เวลาที่เด็กหญิงป่วยต้องเข้าสอบ


- ข้อความที่ไม่สำคัญ (สีแดง)**
- รายละเอียดอื่น ๆ ของยาดังกล่าว
 - ราคาของยาแต่ละยี่ห้อ

ภาพประกอบ 33 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 2 ของห้องฟ้า

สำหรับในช่วงที่ 2 คาบเรียนที่ 7 ขณะนี้นักเรียนลงมือทำความเข้าใจสถานการณ์จริง กิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” พบว่ามีนักเรียนจำนวน 16 คน (คิดเป็นร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด) ได้แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบ หรือทำสัญลักษณ์ขณะทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ซึ่งมีทั้งในส่วนของคุณสมบัติที่สำคัญและไม่เป็นสาระสำคัญของสถานการณ์จริง สำหรับนักเรียนเป้าหมายอาชีพและแรงงานได้แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบสำหรับข้อความในสถานการณ์จริง ซึ่งได้ข้อมูลสำคัญครบถ้วน แสงดาวมีการวาดรูปประกอบในการที่จะหาปริมาณของแคลเซียม ได้แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบในสถานการณ์จริงครบถ้วน สำหรับห้องฟ้ามีการขีดเส้นใต้และวงกลมล้อมรอบทั้งข้อความที่สำคัญและไม่สำคัญ ดังภาพประกอบที่ 34 – 37

กิจกรรมที่ 7 "แคปซูลอาหารเสริม"

อาหารเสริม คือ สารอาหารที่ใช้รับประทานเพิ่มเติมจากอาหารหลัก อาจใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการแพทย์ หรือเพื่อวัตถุประสงค์ด้านความสวยงามต่อรูปร่างสัดส่วน ส่วนสารอาหารที่มีถูกนำมาทำเป็นอาหารเสริม ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ กรดอะมิโน ไขมัน กรดไขมันต่าง ๆ เพราะการรับประทานสารอาหารที่มีคุณค่า วิตามินครบตามที่ร่างกายต้องการใน 1 วันค่อนข้างเป็นไปได้ยาก จึงทำให้อาหารเสริมถูกผลิตออกมาให้สามารถรับประทานได้ในหลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบเม็ด แบบแคปซูล แบบผง หรือแบบน้ำ เป็นต้น



โรงงานผลิตอาหารเสริมแห่งหนึ่ง จะนำสารสกัดจากพืชและสมุนไพรต่าง ๆ มาทำให้เป็นละ จากนั้นจะอัดลงแคปซูล ซึ่งมีมีแบบในการผลิตแคปซูล 3 แบบ (capsuline.com/pages/empty-capsule-size-chart, 2021) ดังตาราง

ชนิดแคปซูล	ความสูง (เซนติเมตร)	รัศมี (เซนติเมตร)	วัตถุประสงค์การผลิต	ระยะเวลาการละลาย	ระยะเวลาการผลิตแคปซูล ต่อ 1000 เม็ด
1	2	0.6	แป๊ะข้าวเหนียว	7 นาที	3 ชั่วโมง 30 นาที
2	2.5	0.55	แป๊ะข้าวเจ้า	5 นาที	4 ชั่วโมง
3	2.3	0.58	แป๊ะข้าวโพด	8 นาที	2 ชั่วโมง 15 นาที


โดยปกติโรงงานต้องการผลิตอาหารเสริมให้เป็น จะผลิตสารสกัดทั้งหมดปริมาณ 3,000 กรัม ซึ่งโรงงานต้องการชนิดของแคปซูลที่จะสามารถนำปริมาณของสารสกัดไปบรรจุลงแคปซูลได้มากที่สุด โดยบรรจุแต่ละแคปซูล 30 เม็ด ถ้ามีลักษณะเป็นเจ้าของโรงงานแห่งนี้ นักเรียนจะตัดสินใจเลือกแคปซูลชนิดใด และสามารถบรรจุได้กี่แคปซูล

- ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)**
- รายละเอียดของแคปซูลแต่ละชนิด
 - ปริมาณสารสกัดที่ต้องการบรรจุลงแคปซูล
 - จำนวนเม็ดแต่ละแคปซูล
 - สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ

ภาพประกอบ 34 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 7 ของอาทิตย์

กิจกรรมที่ 7 "แคปซูลอาหารเสริม"

อาหารเสริม คือ สารอาหารที่ใช้รับประทานเพิ่มเติมจากอาหารหลัก อาจใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการแพทย์ หรือเพื่อวัตถุประสงค์ด้านความสวยงามต่อรูปร่างสัดส่วน ส่วนสารอาหารที่มีถูกนำมาทำเป็นอาหารเสริม ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ กรดอะมิโน ไขมัน กรดไขมันต่าง ๆ เพราะการรับประทานสารอาหารที่มีคุณค่า วิตามินครบตามที่ร่างกายต้องการใน 1 วันค่อนข้างเป็นไปได้ยาก จึงทำให้อาหารเสริมถูกผลิตออกมาให้สามารถรับประทานได้ในหลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบเม็ด แบบแคปซูล แบบผง หรือแบบน้ำ เป็นต้น



โรงงานผลิตอาหารเสริมแห่งหนึ่ง จะนำสารสกัดจากพืชและสมุนไพรต่าง ๆ มาทำให้เป็นละ จากนั้นจะอัดลงแคปซูล ซึ่งมีมีแบบในการผลิตแคปซูล 3 แบบ (capsuline.com/pages/empty-capsule-size-chart, 2021) ดังตาราง

ชนิดแคปซูล	ความสูง (เซนติเมตร)	รัศมี (เซนติเมตร)	วัตถุประสงค์การผลิต	ระยะเวลาการละลาย	ระยะเวลาการผลิตแคปซูล ต่อ 1000 เม็ด
1	2	0.6	แป๊ะข้าวเหนียว	7 นาที	3 ชั่วโมง 30 นาที
2	2.5	0.55	แป๊ะข้าวเจ้า	5 นาที	4 ชั่วโมง
3	2.3	0.58	แป๊ะข้าวโพด	8 นาที	2 ชั่วโมง 15 นาที

โดยปกติโรงงานต้องการผลิตอาหารเสริมให้เป็น จะผลิตสารสกัดทั้งหมดปริมาณ 3,000 กรัม ซึ่งโรงงานต้องการชนิดของแคปซูลที่จะสามารถนำปริมาณของสารสกัดไปบรรจุลงแคปซูลได้มากที่สุด โดยบรรจุแต่ละแคปซูล 30 เม็ด ถ้ามีลักษณะเป็นเจ้าของโรงงานแห่งนี้ นักเรียนจะตัดสินใจเลือกแคปซูลชนิดใด และสามารถบรรจุได้กี่แคปซูล


- ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)**
- รายละเอียดของแคปซูลแต่ละชนิด
 - ปริมาณสารสกัดที่ต้องการบรรจุลงแคปซูล
 - จำนวนเม็ดแต่ละแคปซูล
 - สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ

- ข้อความที่ไม่สำคัญ (สีแดง)**
- รายละเอียดที่ไม่มีผลต่อการทำความเข้าใจสถานการณ์ของแคปซูลแต่ละชนิด

ภาพประกอบ 35 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงจันทร์

กิจกรรมที่ 7 "แคปซูลอาหารเสริม"

อาหารเสริม คือ สารอาหารที่ใช้รับประทานเพื่อเพิ่มคุณค่าอาหารหลัก อาจใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการแพทย์ หรือเพื่อบำรุงสุขภาพตามความต้องการแต่ละบุคคล ส่วนสารอาหารที่มีถูกนำมาทำเป็นอาหารเสริม ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ กรดอะมิโน ธัญพืช ผลิตภัณฑ์จากนม ฯลฯ ระยะเวลาการรับประทานที่ได้ผลดีที่สุดมีนัยสำคัญตามที่ว่ากล่าวต่อมารใน 1 วันค่อนข้างเป็นวินาทีจาก จึงทำให้อาหารเสริมถูกผลิตออกมาให้สามารถรับประทานได้ในหลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบเม็ด แบบแคปซูล แบบผง หรือแบบน้ำ เป็นต้น



โรงงานผลิตอาหารเสริมแห่งหนึ่ง จะนำสารสกัดจากพืชและสมุนไพรต่าง ๆ มาทำให้เป็นผง จากนั้นจะฉีดลงแคปซูล ซึ่งจะมีแม่แบบในการผลิตแคปซูล 3 แบบ (capsuline.com/pages/empty-capsule-size-chart, 2021) ดังตาราง

ชนิดแคปซูล	ความสูง (เซนติเมตร)	รัศมี (เซนติเมตร)	วัตถุประสงค์การผลิต	ระยะเวลาการละลายตัว	ระยะเวลาการหมักแคปซูล ต่อ 1000 เม็ด
1	2	0.6	แป๊ะหัวพริก	7 นาที	3 ชั่วโมง 30 นาที
2	2.5	0.55	แป๊ะหัวงา	5 นาที	4 ชั่วโมง
3	2.3	0.58	แป๊ะหัวโพ	8 นาที	2 ชั่วโมง 15 นาที

โดยปกติโรงงานต้องการผลิตอาหารเสริมหนึ่ง ๆ จะผลิตสารที่เข้าเป็นปริมาณ 3,000 กรัม ซึ่งโรงงานต้องการฉีดลงแคปซูลที่สามารถนำไปบรรจุลงกระป๋องได้มากที่สุด โดยบรรจุลงกระป๋อง 300 เม็ด ถ้านักเขียนเป็นเจ้าของโรงงานหนึ่ง นักเขียนจะตัดสินใจเลือกแคปซูลชนิดใด และสามารถบรรจุได้กี่กระป๋อง

$$\theta = \frac{V}{L} \Rightarrow k = \frac{V}{L} + \theta$$


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

- ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)**
- รายละเอียดของแคปซูลแต่ละชนิด
 - ปริมาณสารสกัดที่ต้องการบรรจุลงกระป๋อง
 - จำนวนเม็ดแต่ละกระป๋อง
 - สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ

ภาพประกอบ 36 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงดาว

กิจกรรมที่ 7 "แคปซูลอาหารเสริม"

อาหารเสริม คือ สารอาหารที่ใช้รับประทานเพื่อเพิ่มคุณค่าอาหารหลัก อาจใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการแพทย์ หรือเพื่อบำรุงสุขภาพตามความต้องการแต่ละบุคคล ส่วนสารอาหารที่มีถูกนำมาทำเป็นอาหารเสริม ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ กรดอะมิโน ธัญพืช ผลิตภัณฑ์จากนม ฯลฯ ระยะเวลาการรับประทานที่ได้ผลดีที่สุดมีนัยสำคัญตามที่ว่ากล่าวต่อมารใน 1 วันค่อนข้างเป็นวินาทีจาก จึงทำให้อาหารเสริมถูกผลิตออกมาให้สามารถรับประทานได้ในหลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบเม็ด แบบแคปซูล แบบผง หรือแบบน้ำ เป็นต้น



โรงงานผลิตอาหารเสริมแห่งหนึ่ง จะนำสารสกัดจากพืชและสมุนไพรต่าง ๆ มาทำให้เป็นผง จากนั้นจะฉีดลงแคปซูล ซึ่งจะมีแม่แบบในการผลิตแคปซูล 3 แบบ (capsuline.com/pages/empty-capsule-size-chart, 2021) ดังตาราง

ชนิดแคปซูล	ความสูง (เซนติเมตร)	รัศมี (เซนติเมตร)	วัตถุประสงค์การผลิต	ระยะเวลาการละลายตัว	ระยะเวลาการหมักแคปซูล ต่อ 1000 เม็ด
1 ✓	2	0.6	แป๊ะหัวพริก	7 นาที	3 ชั่วโมง 30 นาที
2 ✓	2.5	0.55	แป๊ะหัวงา	5 นาที	4 ชั่วโมง
3 ✓	2.3	0.58	แป๊ะหัวโพ	8 นาที	2 ชั่วโมง 15 นาที

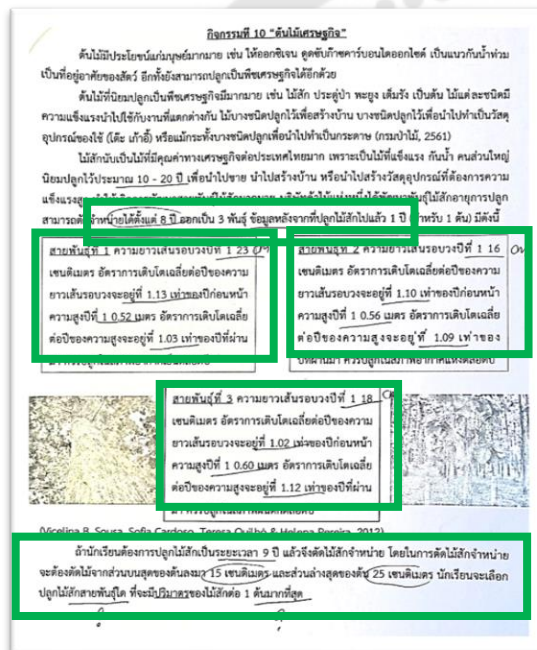
โดยปกติโรงงานต้องการผลิตอาหารเสริมหนึ่ง ๆ จะผลิตสารที่เข้าเป็นปริมาณ 3,000 กรัม ซึ่งโรงงานต้องการฉีดลงแคปซูลที่สามารถนำไปบรรจุลงกระป๋องได้มากที่สุด โดยบรรจุลงกระป๋อง 300 เม็ด ถ้านักเขียนเป็นเจ้าของโรงงานหนึ่ง นักเขียนจะตัดสินใจเลือกแคปซูลชนิดใด และสามารถบรรจุได้กี่กระป๋อง

- ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)**
- รายละเอียดของแคปซูลแต่ละชนิด
 - ปริมาณสารสกัดที่ต้องการบรรจุลงกระป๋อง
 - จำนวนเม็ดแต่ละกระป๋อง
 - สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ

- ข้อความที่ไม่สำคัญ (สีแดง)**
- รายละเอียดที่ไม่มีผลต่อการทำความเข้าใจสถานการณ์ของแคปซูลแต่ละชนิด

ภาพประกอบ 37 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 7 ของห้องฟ้า

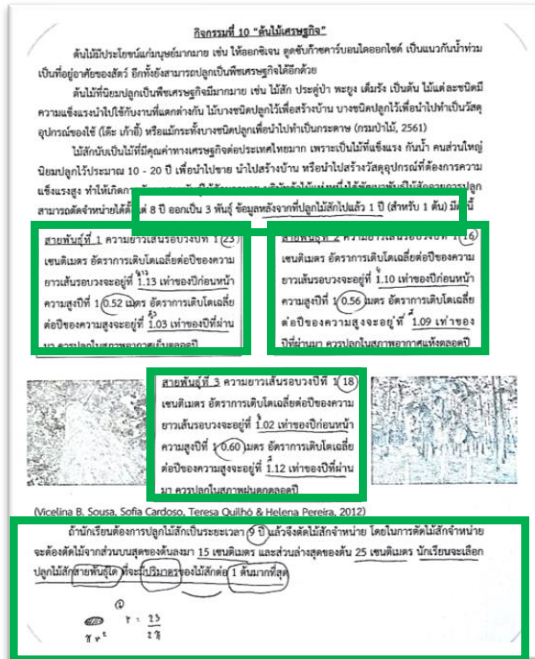
ในช่วงสุดท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 10 ในขณะที่นักเรียนลงมือทำความเข้าใจสถานการณ์จริง กิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” พบว่านักเรียนทุกคน (คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด) ได้แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบ หรือทำสัญลักษณ์กับข้อความในสถานการณ์จริง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสาระสำคัญของสถานการณ์จริง ซึ่งนักเรียนเป้าหมายอาทิตย์ แสงจันทร์ แสงดาว และท้องฟ้า ได้แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบ หรือทำสัญลักษณ์กับข้อความที่สำคัญได้ครบถ้วน อีกทั้งแสงดาวยังมีการเขียนวิเคราะห์การหาค่าของต้นไม้จากความสัมพันธ์กับความยาวของเส้นรอบวงอย่างคร่าว ๆ ดังภาพประกอบที่ 38 – 41



ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)

- รายละเอียดของการเติบโตของพันธุ์ไม้สักแต่ละสายพันธุ์
- เงื่อนไขการตัดไม้สักจำหน่าย
- สิ่งที่สำคัญจริงต้องกร

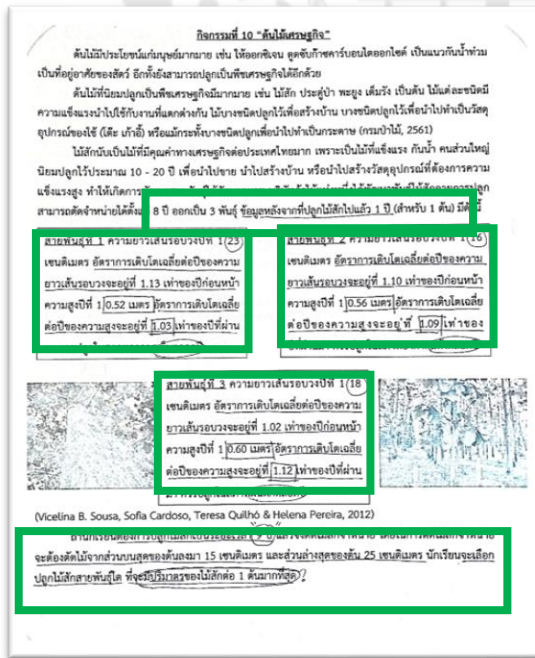
ภาพประกอบ 38 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 10 ของอาทิตย์



ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)

- รายละเอียดของการเติบโตของพันธุ์ไม้สักแต่ละสายพันธุ์
- เงื่อนไขการตัดไม้สักจำหน่าย
- สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ

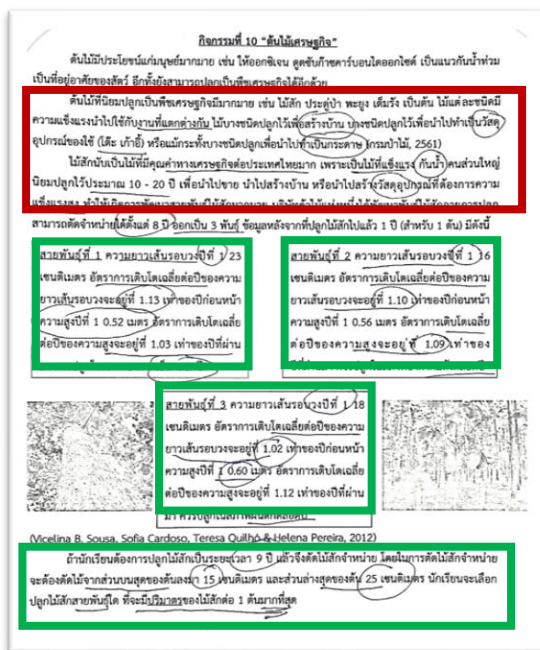
ภาพประกอบ 39 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงจันทร์



ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)

- รายละเอียดของการเติบโตของพันธุ์ไม้สักแต่ละสายพันธุ์
- เงื่อนไขการตัดไม้สักจำหน่าย
- สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ

ภาพประกอบ 40 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงดาว



ข้อความที่สำคัญ (สีเขียว)

- รายละเอียดของการเติบโตของพันธุ์ไม้สักแต่ละสายพันธุ์
- เงื่อนไขการตัดไม้สักจำหน่าย
- สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ

ข้อความที่ไม่สำคัญ (สีแดง)

- รายละเอียดที่ไม่มีผลต่อการทำความเข้าใจสถานการณ์ของพันธุ์ไม้สักแต่ละสายพันธุ์

ภาพประกอบ 41 ร่องรอยการขีดเขียนแสดงความเข้าใจในสถานการณ์จริง ในคาบเรียนที่ 10 ของห้องฟ้า

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน มีนักเรียนจำนวนน้อยได้แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบ หรือทำสัญลักษณ์กับสถานการณ์จริง ในขณะที่ลงมือทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ซึ่งมีทั้งข้อความในสวนที่เป็นสาระสำคัญและไม่เป็นสาระสำคัญของสถานการณ์จริง อย่างไรก็ตามสำหรับช่วงที่ 2 มีนักเรียนจำนวนมากขึ้นที่ได้แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบ หรือทำสัญลักษณ์กับข้อความที่เป็นสาระสำคัญของสถานการณ์จริง ในขณะที่ลงมือทำความเข้าใจสถานการณ์จริง และมีนักเรียนบางส่วนที่ได้แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบ หรือทำสัญลักษณ์กับข้อความ และวิเคราะห์ข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ในสถานการณ์จริง และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น ได้แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้ วงกลมล้อมรอบ หรือทำสัญลักษณ์กับข้อความที่เป็นสาระสำคัญของสถานการณ์จริงในขณะที่ลงมือทำความเข้าใจสถานการณ์จริง จนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

(3) นักเรียนเขียนตัวอย่างที่สืบค้นเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์จริงได้จำนวนมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 2 กิจกรรม “ยาแก้ปวด” ตัวอย่างยี่ห้อยาแก้ปวดที่นักเรียนควรสืบค้นได้ เช่น ไทลินอล บาคามอล ซารา่า ทิฟพี-เดย์ เป็นต้น

นักเรียนส่วนใหญ่เขียนข้อมูลที่ต้องสืบค้นสถานการณ์จริงเพิ่มเติม (ยี่ห้อยาแก้ปวด) ได้น้อยมาก และใช้เวลาในการสืบค้นค่อนข้างน้อย ประมาณไม่ถึง 1 นาที สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์ และท้องฟ้าเขียนยี่ห้อยาแก้ปวดที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เพียงแค่ 2 ยี่ห้อ ดังภาพประกอบที่ 42 – 43

1. ตัวอย่างยี่ห้อยาแก้ปวดในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง

- SaRa
- Cemol

ภาพประกอบ 42 ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมในคาบเรียนที่ 2 ของแสงจันทร์

1. ตัวอย่างยี่ห้อยาแก้ปวดในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง

ซาร่า , ไทลีนอล

ภาพประกอบ 43 ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมในคาบเรียนที่ 2 ของท้องฟ้า

สำหรับในช่วงที่ 2 คาบเรียนที่ 6 กิจกรรม “ข้าวหมาก” เป็นสถานการณ์จริงที่นักเรียนต้องเลือกสูตรควบคุมอุณหภูมิในการผลิตลูกแป้งข้าวหมากที่จะได้จำนวนลูกแป้งข้าวหมากที่มากที่สุด ตัวอย่างส่วนผสมของข้าวหมากที่นักเรียนควรสืบค้นได้ เช่น ลูกแป้งข้าวหมาก ข้าวจ้าว น้ำเชื้อหมัก เป็นต้น นักเรียนส่วนใหญ่เขียนข้อมูลที่ต้องสืบค้นสถานการณ์จริงเพิ่มเติม (ส่วนผสมของข้าวหมาก) ได้มากขึ้นกว่าช่วงที่ 1 ใช้เวลาในการสืบค้นเพิ่มมากขึ้น ประมาณ 2 – 3 นาที สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์เขียนส่วนผสมของข้าวหมากที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 8 ส่วนผสม ส่วนท้องฟ้าเขียนส่วนผสมของข้าวหมากที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 3 ส่วนผสม ดังภาพประกอบที่ 44 – 45

1. ตัวอย่างส่วนผสมของข้าวหมากในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง

- ข้าวเหนียว
- หัวสะอาด
- เอมมูลเพลิง
- แป้งข้าวเจ้า
- ะเอม
- ลูกแป้งข้าวหมาก
- สีส้ม
- พริกไทย

ภาพประกอบ 44 ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมในคาบเรียนที่ 6 ของแสงจันทร์

1. ตัวอย่างส่วนผสมของข้าวหมากในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
 ข้าวเหนียว, ลูกแป้งข้าวหมาก, น้ำตาลทรายขาว

ภาพประกอบ 45 ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมในคาบเรียนที่ 6 ของท้องฟ้า

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 9 กิจกรรม “Part Time ร้านกาแฟ” เป็นสถานการณ์จริงที่นักเรียนต้องเลือกสมัครเข้าทำงาน Part Time ร้านกาแฟ ที่จะให้ผลตอบแทนสูงที่สุด ตัวอย่างพนักงาน Part Time ที่นักเรียนควรสืบค้นได้ เช่น พนักงานร้านสะดวกซื้อ พนักงานในห้างสรรพสินค้า พนักงานร้านอาหาร พนักงานร้านกาแฟ พนักงานร้านกาแฟ เป็นต้น นักเรียนเกือบทั้งหมดเขียนข้อมูลที่ต้องสืบค้นสถานการณ์จริงเพิ่มเติม (ตัวอย่างพนักงาน Part Time) ได้มากขึ้น และใช้เวลาในการสืบค้นเพิ่มมากขึ้นประมาณ 3 – 4 นาที สำหรับนักเรียนเป้าหมายแสงจันทร์เขียนตัวอย่างพนักงาน Part Time ได้ 9 ตัวอย่าง ส่วนท้องฟ้าเขียนตัวอย่างพนักงาน Part Time ได้ 8 ตัวอย่าง ดังภาพประกอบที่ 46 – 47

1. ตัวอย่างพนักงาน Part Time ในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
 - พนักงานรักษา เวิร์ฟ ในห้างอนันต์ - พนักงานรับ order - พยาบาล (หัดรักซึ้ง part time)
 - พนักงานเบเกอรี่ S&P - admin เเพลงวิท - พนักงานแคชเชียร์
 - พนักงานช่วยขาย, noของขวัญ ช่วงปีใหม่ central retail - พนักงานใส่ถุง ตามห้างสรรพสินค้า

ภาพประกอบ 46 ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมในคาบเรียนที่ 9 ของแสงจันทร์

1. ตัวอย่างพนักงาน Part Time ในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
 1. ฝึกแสดงประกอบ 4. เล่นดนตรี 7. รับสอนพิเศษ
 2. รับจ้างเข้าชมการรายการทีวี 5. รับพิมพ์งาน 8. รับเขียนบทความ
 3. รับจ๊อบรับจ้าง 6. งานโอเน่า

ภาพประกอบ 47 ตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมในคาบเรียนที่ 9 ของท้องฟ้า

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนข้อมูลที่ต้องสืบค้นสถานการณ์จริงเพิ่มเติมได้น้อยมาก และใช้เวลาในการสืบค้นประมาณไม่ถึง 1 นาที อย่างไรก็ตามในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่สืบค้นสถานการณ์จริงเพิ่มเติมได้มากขึ้นกว่าช่วงที่ 1 และใช้เวลาในการสืบค้นเพิ่มมากขึ้น และในช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือสืบค้นสถานการณ์จริงเพิ่มเติมได้มากขึ้นและใช้เวลาในการสืบค้นมากขึ้นจนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

(4) นักเรียนเขียนปัจจัยที่มีร่วมกันของตัวอย่างที่สืบค้นได้จำนวนมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 2 กิจกรรม “ยาแก้ปวด” ปัจจัยที่ควรมีร่วมกันของตัวอย่างที่สืบค้น เช่น ปริมาณน้ำยา สารช่วยลดระยะเวลาการสลายตัว สารกันเสีย แป้ง เป็นต้น นักเรียนส่วนใหญ่เขียนปัจจัยที่มีร่วมกันของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติม (ส่วนผสมของยาแก้ปวด) ได้น้อยมาก มีการเขียนซ้ำซ้อนของส่วนผสมที่มีร่วมกันยกตัวอย่างเช่น นักเรียนเป้าหมาย แสงดาวเขียนส่วนผสมของยาแก้ปวดได้เพียง 3 ส่วนผสม และยังระบุส่วนผสมของยาซ้ำซ้อน คือ พาราเซตามอลและปริมาณน้ำยา ซึ่งเป็นสิ่งที่ซ้ำซ้อนกัน ส่วนอาทิตย์เขียนส่วนผสมของยาแก้ปวดได้เพียง 4 ส่วนผสม อีกทั้งมีการระบุส่วนผสมที่ซ้ำซ้อนกันคล้ายกับอาทิตย์ ดังภาพประกอบที่ 48 – 49

2. ยาแก้ปวดที่นักเรียนสืบค้นส่วนใหญ่ มีส่วนผสมอะไรบ้าง

- นาราเซตามอล
- แป้ง
- ปริมาณน้ำยา

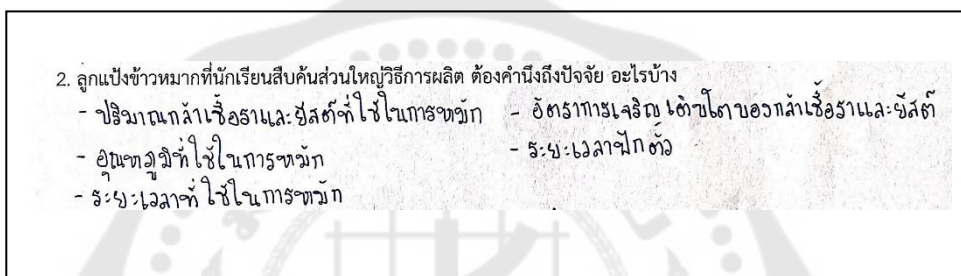
ภาพประกอบ 48 ปัจจัยที่มีร่วมกันของตัวอย่างที่สืบค้นในคาบเรียนที่ 2 ของแสงดาว

2. ยาแก้ปวดที่นักเรียนสืบค้นส่วนใหญ่ มีส่วนผสมอะไรบ้าง

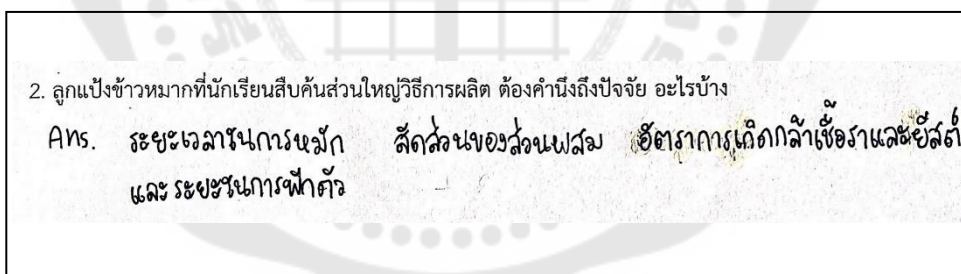
Ans paracetamol , chlorpheniramine maleate , ปริมาณน้ำยา
cyclodextrin

ภาพประกอบ 49 ปัจจัยที่มีร่วมกันของตัวอย่างที่สืบค้นในคาบเรียนที่ 2 ของอาทิตย์

สำหรับในช่วงที่ 2 คาบเรียนที่ 6 กิจกรรม “ข้าวหมาก” ปัจจัยที่ควรมีร่วมกันของตัวอย่างที่สืบค้น เช่น คุณหมุมิที่ใช้ในการหมัก ระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก ปริมาณกล้าเชื้อราและยีสต์ที่ใช้ในการหมักเริ่มต้น อัตราการเจริญเติบโตของกล้าเชื้อราและยีสต์ ระยะเวลาพักตัว เป็นต้น นักเรียนส่วนใหญ่เขียนปัจจัยที่มีร่วมกันของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติม (ปัจจัยในการผลิตข้าวหมาก) ได้มากขึ้น มีการเขียนปัจจัยที่ซ้ำซ้อนกันน้อยลง สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวเขียนปัจจัยที่มีร่วมกันของการผลิตลูกแป้งข้าวหมากได้ 5 ปัจจัย และไม่มีปัจจัยใดที่ซ้ำซ้อนกัน ส่วนอาทิตย์เขียนปัจจัยที่มีร่วมกันของการผลิตลูกแป้งข้าวหมากได้ 4 ปัจจัย และไม่มีปัจจัยใดที่ซ้ำซ้อนกัน ดังภาพประกอบที่ 50 – 51



ภาพประกอบ 50 ปัจจัยที่มีร่วมกันของตัวอย่างที่สืบค้นในคาบเรียนที่ 6 ของแสงดาว



ภาพประกอบ 51 ปัจจัยที่มีร่วมกันของตัวอย่างที่สืบค้นในคาบเรียนที่ 6 ของอาทิตย์

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 9 กิจกรรม “Part Time ร้านกาแฟ” ปัจจัยที่ควรมีร่วมกันของตัวอย่างที่สืบค้น เช่น ส่วนที่เป็นรายได้จากค่าแรงต่อชั่วโมง ค่าส่งออเดอร์นอกร้าน โบนัสรายแก้ว ค่าบริการนอกเวลา จะโดนหักรายได้จากการทำผิดออเดอร์ การนำออเดอร์ส่งผิดสถานที่ เป็นต้น นักเรียนเกือบทั้งหมดเขียนปัจจัยที่มีร่วมกันของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติม (รายได้และการโดนหักรายได้จากการทำงาน Part Time) ได้มากขึ้น มีการเขียนปัจจัยที่ซ้ำซ้อนกันน้อยลง สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวเขียนรายได้และการโดนหักรายได้จากการทำงาน Part Time ได้จำนวน 6 รายการ มีการเขียนบอกว่าสิ่งใดคือรายได้หรือสิ่งใด

โดยหักรายได้ แต่ยังไม่มีการเขียนแบ่งฝั่งอย่างชัดเจน ส่วนอาทิติย์เขียนรายได้และการโดนหักรายได้จากการทำงาน Part Time ได้จำนวน 8 รายการ แต่ยังไม่ได้มีการเขียนบอกว่าสิ่งใดคือรายได้หรือสิ่งใดโดยหักรายได้ได้อย่างชัดเจน ดังภาพประกอบที่ 52 – 53

2. พนักงาน Part Time ที่นักเรียนสืบค้นส่วนใหญ่ จะมีรายได้หรือโดนหักรายได้จากอะไรบ้าง

- รายได้ ต่อชั่วโมง	- หักรายได้ จาก การ มาลา
- ค่าอาหาร	- หักรายได้ จาก การทำ ล้น ค้า เลีย ขา
- OT	- โบนัส

ภาพประกอบ 52 ปัจจัยที่มีร่วมกันของตัวอย่างที่สืบค้นในคาบเรียนที่ 9 ของแสงดาว

2. พนักงาน Part Time ที่นักเรียนสืบค้นส่วนใหญ่ จะมีรายได้หรือโดนหักรายได้จากอะไรบ้าง

พร.	- เข้านสาย	- ทำงานผิดพลาด	- หักงานเลขเวลา
	- อยู่ในเวลาทำงาน	- พฤติกรรมไม่เหมาะสม	- เบนใส่ของขาย
	- ทำตัวของเสียขาย	- ค่าแรงจ่ายเป็น ชม.	

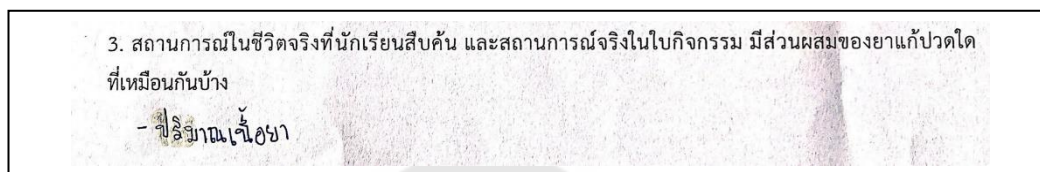
ภาพประกอบ 53 ปัจจัยที่มีร่วมกันของตัวอย่างที่สืบค้นในคาบเรียนที่ 9 ของอาทิติย์

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนปัจจัยที่มีร่วมกันของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้น้อยมาก และเขียนปัจจัยที่ซ้ำซ้อนกัน อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนปัจจัยที่มีร่วมกันของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากขึ้น มีการเขียนปัจจัยที่ซ้ำซ้อนกันน้อยลง และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมดยังคงมีการแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ เขียนปัจจัยที่มีร่วมกันของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากขึ้น และไม่เขียนปัจจัยที่มีความซ้ำซ้อนกัน จนกระทั่งสิ้นสุด การเรียนการสอน

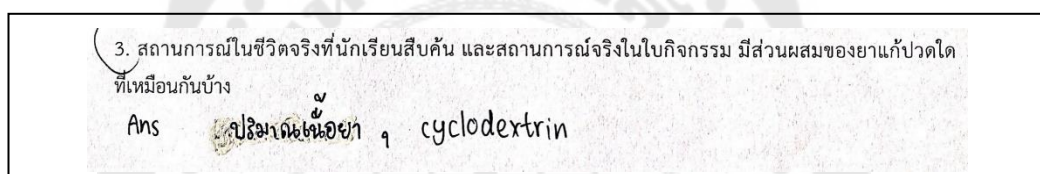
(5) นักเรียนเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมได้ถูกต้องมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 2 กิจกรรม “ยาแก้ปวด” นักเรียนควรเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมคือ ปริมาณเนื้อยาและสารช่วยลดระยะเวลาการสลายตัว ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้น้อยมาก เขียนไม่ชัดเจน และ

ไม่ถูกต้อง สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวเขียนส่วนผสมของยาแก้ปวดระหว่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมได้เพียง 1 สิ่งเชื่อมโยง ซึ่งขาดระยะเวลาการสลายตัวของยา และส่วนผสมของ cyclodextrin ส่วนอาทิตย์เขียนส่วนผสมของยาแก้ปวดระหว่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมได้ 2 สิ่งเชื่อมโยง ซึ่งขาดระยะเวลาการสลายตัวของยา ดังภาพประกอบที่ 54 – 55



ภาพประกอบ 54 การเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมในคาบเรียนที่ 2 ของแสงดาว



ภาพประกอบ 55 การเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมในคาบเรียนที่ 2 ของอาทิตย์

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 6 กิจกรรม “ข่าวหมาก” นักเรียนควรเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรม คือ ปริมาณกล้ำเชื้อราและยีสต์ที่ใช้ในการหมักเริ่มต้น อัตราการเจริญเติบโตของกล้ำเชื้อราและยีสต์ ระยะเวลาพักตัว ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมได้มากขึ้น มีความชัดเจนและถูกต้องครบถ้วนมากขึ้น สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวเขียนปัจจัยที่เหมือนกันในการผลิตลูกแป้งข่าวหมากของสถานการณ์จริงที่สืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้องครบถ้วน ส่วนอาทิตย์เขียนใจความสำคัญของปัจจัยที่เหมือนกันในการผลิตลูกแป้งข่าวหมากของสถานการณ์จริงที่สืบค้นและสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมได้ แต่ใช้คำที่ยังไม่ชัดเจน ดังภาพประกอบที่ 56 – 57

3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม การผลิตลูกแป้งข้าวหมากมีปัจจัยใดบ้างที่เหมือนกัน
- ปริมาณกล้าเชื้อราและ ยีสต์ที่ใช้ในกระบวนการ
 - อัตราการเจริญเติบโตของกล้าเชื้อราและยีสต์
 - ร:ย:เวลาพักตัว

ภาพประกอบ 56 การเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมในคาบเรียนที่ 6 ของแสงดาว

3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม การผลิตลูกแป้งข้าวหมากมีปัจจัยใดบ้างที่เหมือนกัน
- Ans. **สัดส่วนของส่วนผสม อัตราการเกิดกล้าเชื้อรากับยีสต์ และระยะเวลาพักตัว**

ภาพประกอบ 57 การเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมในคาบเรียนที่ 6 ของอาทิตย์

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 9 กิจกรรม “Part Time ร้านกาแฟ” นักเรียนควรเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรม คือ รายได้จากค่าแรงต่อชั่วโมง ค่าส่งออเดอร์นอกร้าน โบนัสรายแก้ว และจะโดนหักรายได้จากการทำผิดออเดอร์ ซึ่งนักเรียนเกือบทั้งหมดเขียนเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมได้มากขึ้น มีความชัดเจนและถูกต้องครบถ้วนมากขึ้น สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวและอาทิตย์เขียนรายได้และการโดนหักรายได้ของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง ครบถ้วน แต่ใช้คำเขียนที่แตกต่างกัน ดังภาพประกอบที่ 58 – 59

3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้น และสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม จะมีรายได้หรือโดนหักรายได้ใดที่เหมือนกันบ้าง

- หารายได้ ต่อชั่วโมง - โบนัส
- หักรายได้ จากการทำสินค้าเสียหาย

ภาพประกอบ 58 การเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนด
ในใบกิจกรรมในคาบเรียนที่ 9 ของแสงดาว

3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้น และสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม จะมีรายได้หรือโดนหักรายได้ใดที่เหมือนกันบ้าง

- ค่าแรงพนักงานทำงาน - ทำานล่วงเวลา
- ค่าขนส่งของทาง

ภาพประกอบ 59 การเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนด
ในใบกิจกรรมในคาบเรียนที่ 9 ของอาทิตย์

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมได้น้อยมาก เขียนไม่ชัดเจน และไม่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เขียนเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมได้มากขึ้น มีความชัดเจนและถูกต้องครบถ้วนมากขึ้น และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมดยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ เขียนเชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่กำหนดในใบกิจกรรมได้ถูกต้องครบถ้วนและมีความชัดเจน จนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

(6) นักเรียนเขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้ครบถ้วนมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 2 กิจกรรม “ยาแก้ปวด” สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการคือ ยี่ห้อของยาแก้ปวดที่เมื่อเด็กหญิงปั่นสุขรับประทานแล้วจะไม่เกิดผลข้างเคียงต่อการสอบในวันถัดไป และปริมาณยาแก้ปวดในร่างกายของเด็กหญิงปั่นสุขเมื่อเวลา 08.30 น. ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้ไม่ชัดเจน เป็นคำสั้น ๆ พอสื่อความหมายได้ และไม่ครบถ้วน ตัวอย่างเช่น นักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์เขียนเพียงยี่ห้อยาที่เด็กหญิงปั่นสุขกินแล้วจะไม่มีผลข้างเคียงต่อการสอบในวันถัดไป แต่ไม่ระบุถึงปริมาณยาของยา

แต่ละยี่ห้อยู่ในร่างกายที่เหลืออยู่ของเด็กหญิงปั้นสุข ซึ่งเป็นสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ เช่นเดียวกันกับท้องฟ้า เขียนแค่นี้ห้อยยาที่จะไม่เกิดผลข้างเคียง แต่ไม่ระบุถึงผู้ที่จะต้องกิน และ ปริมาณยาในร่างกาย ดังภาพประกอบที่ 60 – 61

4. สิ่งสถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง

- ยี่ห้อยาแก้ปวดที่ลดไข้ ปั่นสุขกินแล้วไม่มีผลข้างเคียงกับการสวนวันถัดไป

ภาพประกอบ 60 สิ่งสถานการณ์จริงต้องการในคาบเรียนที่ 2 ของแสงจันทร์

4. สิ่งสถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง

- ยี่ห้อยาแก้ปวด จะไม่เกิดผลข้างเคียงในการสวน

ภาพประกอบ 61 สิ่งสถานการณ์จริงต้องการในคาบเรียนที่ 2 ของท้องฟ้า

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 6 กิจกรรม “ข้าวหมาก” สิ่งสถานการณ์จริงต้องการคือ ปริมาณลูกแป้งข้าวหมากที่มากที่สุดในการควบคุมอุณหภูมิเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง และสูตรอุณหภูมิควบคุมที่สามารถผลิตลูกแป้งข้าวหมากได้มากที่สุด ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้ชัดเจนขึ้น สื่อความหมายเข้าใจได้ มีความครบถ้วน แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังขาดความครบถ้วน สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์เขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้ชัดเจนและครบถ้วน คือ สูตรการควบคุมอุณหภูมิที่ต้องใช้หมักลูกแป้งข้าวหมากที่จะได้ลูกแป้งข้าวหมากจำนวนมากที่สุดและจำนวนลูกแป้งข้าวหมากที่มากที่สุด ส่วนท้องฟ้าเขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้ชัดเจนแต่ไม่ครบถ้วน คือ สูตรการควบคุมอุณหภูมิที่ต้องใช้หมักลูกแป้งข้าวหมากที่จะได้ลูกแป้งข้าวหมากจำนวนมากที่สุด แต่ไม่ได้ระบุจำนวนลูกแป้งข้าวหมากที่มากที่สุด ดังภาพประกอบที่ 62 – 63

4. สิ่งสถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง

- ใช้น้ำหมักด้วยสูตรควบคุมใด
- จำนวนลูกแป้งที่ต่อไว้ได้มากที่สุดใช้เวลา 12 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 62 สิ่งสถานการณ์จริงต้องการในคาบเรียนที่ 6 ของแสงจันทร์

4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
 ต้องหมั่นด้วยอุณหภูมิต่ำๆ จะไปแข่งขันบวชมาากมากที่สุด (12 ชม.)
 โดยพิจารณาจากทง 3 สุต 6

ภาพประกอบ 63 สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการในคาบเรียนที่ 6 ของห้องฟ้า

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 9 กิจกรรม “Part Time ร้านกาแฟ” สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการคือ ร้านกาแฟที่นัพรควรสมัครทำงาน Part Time เพื่อที่นัพรจะมีรายได้จากการทำงาน Part Time มากที่สุด และรายได้ของนัพรที่มากที่สุดจากการทำงาน Part Time ที่ร้านกาแฟ ซึ่งนักเรียนเกือบทั้งหมดเขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้ชัดเจน สื่อความหมายได้เข้าใจ มีความครบถ้วน สำหรับนักเรียนเป้าหมาย ห้องฟ้าเขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้ชัดเจน สื่อความหมายได้เข้าใจ มีความครบถ้วน คือ ร้านกาแฟที่นัพรควรสมัครเข้าทำงาน Part Time แล้วจะได้ค่าตอบแทนที่สูงที่สุด และค่าตอบแทนที่ได้จากการทำงาน Part Time ที่ร้านกาแฟ ส่วนแสงจันทร์เขียนสื่อความหมายได้ในลักษณะเดียวกับห้องฟ้า แต่ใช้คำที่สั้นกว่า ดังภาพประกอบที่ 64 – 65

4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
 - นัพร เข้าทำงานที่ร้าน กาแฟร้านใด จะทำให้ ได้ค่า ตอบแทนจากการ ทำงาน มาก ที่สุด
 - ค่าตอบแทนที่ได้รับหากเขาทำงานกับร้านกาแฟใดกาแฟหนึ่ง

ภาพประกอบ 64 สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการในคาบเรียนที่ 9 ของห้องฟ้า

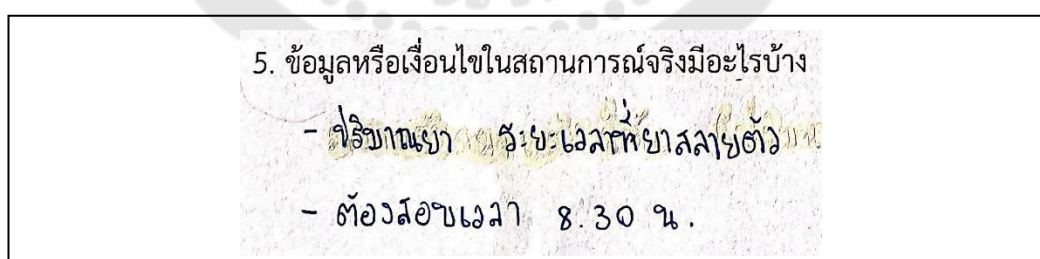
4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
 - ร้านที่นัพรควรสมัครทำงาน
 - รายได้จากการทำงาน Part time ที่มากที่สุด

ภาพประกอบ 65 สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการในคาบเรียนที่ 9 ของแสงจันทร์

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้ไม่ชัดเจน เป็นคำสั้น ๆ พอสื่อความหมายได้ และไม่ครบถ้วน อย่างไรก็ตาม ในครั้งที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้ชัดเจนขึ้น สื่อความหมาย เข้าใจได้ มีความครบถ้วน และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมดยังคงแสดง พฤติกรรมเหล่านั้น คือเขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้ชัดเจน สื่อความหมายได้เข้าใจ และมีความครบถ้วน จนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

(7) นักเรียนเขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงได้ครบถ้วนมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 2 กิจกรรม “ยาแก้ปวด” ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีดังนี้ รายละเอียดของยาแก้ปวดแต่ละยี่ห้อ ระยะเวลาในการสลายตัวของยาแก้ปวดก่อนถึงเวลาสอบของเด็กหญิงปันสุข ผลข้างเคียงของยาแก้ปวด และอาการป่วยของเด็กหญิงปันสุข ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงโดยใช้คำอธิบายสั้น ๆ ไม่มีความชัดเจน มีนักเรียนบางส่วนเขียนข้อมูลไม่ครบถ้วน ตัวอย่างเช่น นักเรียนเป้าหมาย อาทิตย์เขียนเพียงแค่ปริมาณยา ระยะเวลาที่ยาสลายตัว และระยะเวลาในการสอบ ไม่มีการระบุเพิ่มเติมว่าเป็นปริมาณยาของยาในแต่ละยี่ห้อ เป็นระยะเวลาในการสลายตัวของยาแต่ละยี่ห้อ ระบุแค่เพียงเวลาสอบแต่ไม่ได้ระบุถึงจำนวนชั่วโมงที่เหลือ 10 ชั่วโมงในการสลายตัวของยาแต่ละยี่ห้อ ส่วนแสงดาวเขียนเพียงรายละเอียดยา แต่ไม่ได้ระบุเพิ่มเติมถึงรายละเอียดยาของแต่ละยี่ห้อ และไม่ได้ระบุถึงจำนวนชั่วโมงที่เหลือ 10 ชั่วโมงในการสลายตัวของยาแต่ละยี่ห้อ ดังภาพประกอบที่ 66 – 67



ภาพประกอบ 66 ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของอาทิตย์

5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

Ans ระยะเวลาการขาย ผลข้างเคียง และอาการป่วยเด็กหญิงป่วย

ภาพประกอบ 67 ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของแสงดาว

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 6 กิจกรรม “ข้าวหมาก” ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีดังนี้ รายละเอียดสูตรการควบคุมอุณหภูมิแต่ละสูตร ปริมาณลูกแป้งข้าวหมากที่ใช้ทำข้าวหมาก ปริมาณข้าวที่ใช้ทำลูกแป้งข้าวหมาก ปริมาณข้าวที่ใช้ทำข้าวหมาก ระยะเวลาในการหมักข้าวหมาก และระยะเวลาในการหมักลูกแป้งข้าวหมาก ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงโดยใช้คำอธิบายที่มีความชัดเจนมากขึ้น เขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขได้อย่างครบถ้วน แต่มีนักเรียนบางส่วนยังเขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขสถานการณ์จริงได้ยังไม่ชัดเจน สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวเขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงได้ชัดเจน ครบถ้วน ส่วนอาทิตย์เขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงได้ครบถ้วน มีหน่วยต่อท้ายรายละเอียดของข้อมูลและเงื่อนไขบางตัว ดังภาพประกอบที่ 68 – 69

5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

- อุณหภูมิที่ใช้ อัตราการเจริญเติบโตของกล้าเชื้อรา แล: จัสต์ ระยะเวลาที่กวด ของแม่: สูตร
- ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักลูกแป้งข้าวหมาก
- ปริมาณข้าว กล้าเชื้อรา แล: จัสต์ ที่ใช้ในการหมักลูกแป้งข้าวหมาก
- ระยะเวลาที่ใช้ในการหมักข้าวหมาก
- ปริมาณข้าวที่ใช้ทำข้าวหมาก

ภาพประกอบ 68 ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 6 ของแสงดาว

5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

Ans. ปริมาณลูกค้าแปรงฟันมากกว่าจำนวนการทำซ้ำวันมาก (กรณี)
 ปริมาณข่าวที่ใช่ (กรณี)
 ระยะเวลาการขนส่งข่าววันมาก (ชั่วโมง)
 สูตรการควบคุมอุณหภูมิ
 ระยะเวลาในการหมักลูกค้าแปรงฟันวันมาก (ชั่วโมง)

ภาพประกอบ 69 ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 6 ของอาทิติย์

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 9 กิจกรรม “Part Time ร้านกาแฟ” ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีดังนี้ รายละเอียดของรายได้การทำงาน Part Time ของร้านกาแฟแต่ละแห่ง จำนวนชั่วโมงของความต้องการทำงานของนอพร และข้อมูลของการขายกาแฟและการส่งออกเคอร์ของร้านกาแฟ ซึ่งนักเรียนเกือบทั้งหมดเขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงโดยใช้คำอธิบายที่มีความชัดเจนมากขึ้น เขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขได้อย่างครบถ้วน สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวเขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงได้ชัดเจน ครบถ้วน ส่วนอาทิติย์เขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงได้ครบถ้วน มีการใช้คำอธิบายบางข้อความที่สั้นแต่สามารถสื่อความหมายที่ได้เข้าใจ ดังภาพประกอบที่ 70 – 71

5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

- | | |
|-----------------------------|---|
| - ค่าแรง / ชั่วโมง | - ทำงานวันละ 10 ชั่วโมง 04.00-14.00 น. |
| - ค่าวัสดุอุปกรณ์ร้าน / รอย | - ขายเครื่องดื่มได้ประมาณวันละ 200 แก้ว |
| - ไขมัน เสิบเต้าน | - ล้างอุปกรณ์ร้านวันละ ประมาณ 10 รอย |
| - ทักเจ้านาจากทำดีออออ | |

ภาพประกอบ 70 ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของแสงดาว

5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

- รายละเอียดรายวันได้ ร้านกาแฟแต่ละแห่ง
- ความต้องการทำงานของ นอพร (ชั่วโมง)
- การขาย / ส่งออกเคอร์

ภาพประกอบ 71 ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของอาทิติย์

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงโดยใช้คำอธิบายสั้น ๆ ไม่มีความชัดเจน มีนักเรียนบางส่วนเขียนข้อมูล

ไม่ครบถ้วน อย่างไรก็ตามในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงโดยใช้คำอธิบายที่มีความชัดเจนมากขึ้น เขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขได้อย่างครบถ้วน และช่วงสุดท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมดยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ เขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงโดยใช้คำอธิบายที่มีความชัดเจนและครบถ้วน จนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

(8) นักเรียนเขียนตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ชัดเจนมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 2 กิจกรรม “ยาแก้ปวด” หัวข้อตารางที่สำคัญ คือ ยี่ห้อยา ปริมาณยา (มิลลิกรัม) แต่ละยี่ห้อ และระยะเวลาที่ยาสลายตัว ทุก ๆ ครั้งหนึ่งของปริมาณทั้งหมด ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง แต่ยังไม่มีความชัดเจนใช้คำอธิบายสั้น ๆ สื่อความหมายเข้าใจได้ยาก ตัวอย่างเช่น นักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์เขียนตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ครบถ้วน แต่ในส่วนของหัวตารางยังไม่มีความชัดเจน และยังขาดการเติมหน่วยของข้อมูล ส่วนแสงดาวเขียนตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ครบถ้วน มีความชัดเจน แต่ยังขาดการเติมหน่วยของปริมาณยาที่จะต้องมีหน่วยเป็นกรัม ดังภาพประกอบที่ 72 – 73

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของยาแก้ปวดแต่ละยี่ห้อ

ยี่ห้อ	ปริมาณยา	ครึ่งชีวิต
A	750	2 ชม. 30 น.
B	800	2 ชม. 15 น.
C	850	2 ชม.

ภาพประกอบ 72 ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของแสงจันทร์

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของยานักปอดแต่ละยี่ห้อ

ยี่ห้อ	ปริมาณยา	ระยะเวลาที่ขาสลายตัวทุก ๆ ครั้ง - พักไว้ ของปริมาณ ทั้งทวีต
A	450	2 ชม. 30 นาที
B	800	2 ชม. 15 นาที
C	850	2 ชม.

ภาพประกอบ 73 ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของแสงดาว

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 6 กิจกรรม “ข้าวหมาก” หัวข้อตารางที่สำคัญ คือ สูตรอุณหภูมิควบคุม จำนวนกล้าเชื้อราและยีสต์ที่ใช้ในการหมักเริ่มต้น อัตราการเจริญเติบโตของกล้าเชื้อราและยีสต์ และระยะเวลาพักตัว ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ใช้คำอธิบายที่สามารถสื่อความหมายได้เข้าใจมากขึ้น และมีหน่วยของข้อมูลครบถ้วน แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนยังไม่ได้เขียนหน่วยของข้อมูล สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์และแสงดาวเขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง มีความชัดเจน ใช้คำสื่อความหมายได้เข้าใจ และมีหน่วยของข้อมูลครบถ้วน ดังภาพประกอบที่ 74 – 75

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของแต่ละสูตรควบคุมอุณหภูมิในการผลิตลูกแป้งข้าวหมาก

สูตรควบคุม	จำนวนกล้าเชื้อราและยีสต์	อัตราการเจริญเติบโต	เวลาพักตัว
2 °C	10 g	1.51 / 1 ชั่วโมง	1 ชั่วโมง
5 °C	10 g	1.55 / 1 ชั่วโมง	1.5 ชั่วโมง
7 °C	10g	1.58 / 1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง

ภาพประกอบ 74 ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 6 ของแสงจันทร์

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของแต่ละสูตรควบคุมคุณภาพในการผลิตลูกแป้งข้าวหมาก

สูตรอุณหภูมิควบคุม	จำนวนกล้าเชื้อรา แล-ยีสต์ที่ใช้ในการเพาะหมักเริ่มต้น	อัตราการเจริญเติบโตของกล้าเชื้อราแล-ยีสต์	ร.บ. เวลาพักตัว
2 °C	10 กรัม	1.51 เท่า / 1 ชม.	1 ชม.
5 °C	10 กรัม	1.55 เท่า / 1 ชม.	1 ชม. 30 นาที
7 °C	10 กรัม	1.58 เท่า / 1 ชม.	2 ชม.

ภาพประกอบ 75 ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 6 ของแสงดาว

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 9 กิจกรรม “Part Time ร้านกาแฟ” หัวข้อตารางที่สำคัญ คือ ร้านกาแฟ ค่าแรงต่อ 1 ชั่วโมง ค่าส่งออเดอร์ต่อ 1 รอบ โบนัสเพิ่มเติมต่อ 1 แก้ว และการทำผัดออเดอร์ต่อ 1 แก้ว ซึ่งนักเรียนเกือบทั้งหมดเขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ใช้คำอธิบายที่สามารถสื่อความหมายได้เข้าใจมากขึ้น และมีหน่วยของข้อมูลครบถ้วน แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนใช้คำอธิบายสั้น ๆ ในการสื่อความหมาย แต่สามารถเข้าใจได้ สำหรับแสงจันทร์และแสงดาวเขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง มีความชัดเจน ใช้คำสื่อความหมายได้เข้าใจ และมีหน่วยของข้อมูลครบถ้วน ดังภาพประกอบที่ 76 – 77

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของการเป็นพนักงาน Part Time ของร้านกาแฟแต่ละร้าน

Coffee shop	ค่าแรง / 1 ชั่วโมง (บาท)	ค่าส่งออเดอร์ / 1 รอบ (บาท)	โบนัส / 1 แก้ว (บาท)	ค่าทำผัด / 1 แก้ว (บาท)
A	45	20	1	20
B	30	15	2.5	10
C	50	10	2	15

ภาพประกอบ 76 ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของแสงจันทร์

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของการเป็นพนักงาน Part Time ของร้านกาแฟแต่ละร้าน

ร้าน	ค่าทวง (บาท/ชั่วโมง)	ค่าจ้างรายเดือน (บาท/เดือน)	โบนัส 1 ปี (บาท/ปี)	ค่าจ้างรายวัน (บาท/วัน)
A	45	20	1	20
B	30	15	2.5	10
C	50	10	2	15

ภาพประกอบ 77 ตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของแสงดาว

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง แต่ยังไม่มีความชัดเจน โดยใช้คำอธิบายสั้น ๆ สื่อความหมายเข้าใจได้ยาก อย่างไรก็ตามในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยใช้คำอธิบายที่สามารถสื่อความหมายได้เข้าใจมากขึ้น และมีหน่วยของข้อมูลครบถ้วน แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนยังไม่ได้เขียนหน่วยของข้อมูล และช่วงสุดท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมดยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ เขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง มีความชัดเจนใช้คำอธิบายที่สามารถสื่อความหมายได้เข้าใจ และมีหน่วยของข้อมูลครบถ้วน จนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

(9) นักเรียนเขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ชัดเจนมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 2 กิจกรรม “ยาแก้ปวด” สำหรับยาแก้ปวด A ข้อดี ปริมาณยาน้อยที่สุด ข้อเสีย ระยะเวลาที่ยาสลายตัวทุก ๆ ครั้งหนึ่งของปริมาณทั้งหมดช้าที่สุดและราคาต่อเม็ดแพงที่สุด ยาแก้ปวด B ข้อดี ราคาต่อเม็ดถูกที่สุด ข้อเสีย ปริมาณยาและระยะเวลาที่ยาสลายตัวทุก ๆ ครั้งหนึ่งของปริมาณทั้งหมดอยู่ระหว่างยาแก้ปวดที่ A และ C สุดท้ายยาแก้ปวด C ข้อดี ระยะเวลาที่ยาสลายตัวทุก ๆ ครั้งหนึ่งของปริมาณทั้งหมดเร็วที่สุด ข้อเสีย ปริมาณยามากที่สุด ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องบางส่วน แต่ใช้คำอธิบายสั้น ๆ ไม่มีความชัดเจน สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ มีนักเรียนบางส่วนเขียนแค่คำอธิบายสั้น ๆ และไม่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง แต่ใช้คำอธิบายสั้น ๆ เข้าใจได้ค่อนข้างยาก ส่วนท้องฟ้า เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสีย

ของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ใช้คำอธิบายสั้น ๆ พอสื่อความหมายได้ ดังภาพประกอบที่ 78 – 79

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของยาแก้ปวดแต่ละยี่ห้อ

ยี่ห้อ	ข้อดีของยา	ข้อเสียของยา
A	- ปริมาณยาหนักสุด	- ฆ่าพยาธิ ฆ่าจุลินทรีย์ - ราคาแพง
B	- ราคาถูก	
C	- ฆ่าพยาธิเร็วสุด	- ปริมาณยาเบาสุด

ภาพประกอบ 78 ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของแสงจันทร์

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของยาแก้ปวดแต่ละยี่ห้อ

ยี่ห้อ	ข้อดีของยา	ข้อเสียของยา
A	-	1. ราคา 1 ยี่ห้อ แพง 2. ยาละลายตัวช้า ที่สุด
B	1. ราคา 1 ยี่ห้อ ถูก ที่สุด	1. ละลายตัว ช้ากว่า ยี่ห้อ C
C	1. ระยะเวลาที่ละลายตัว เร็วสุด 2. ราคาถูกกว่า ยี่ห้อ A	-

ภาพประกอบ 79 ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของห้องฟ้า

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 7 กิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” สำหรับแคปซูลชนิดที่ 1 ข้อดี ความสูงของแคปซูลน้อยที่สุด ข้อเสีย ระยะเวลาในการผลิตนานที่สุดและรัศมีของแคปซูลมากที่สุด แคปซูลชนิดที่ 2 ข้อดี ระยะเวลาในการละลายตัวเร็วที่สุด และรัศมีของแคปซูลน้อยที่สุด ข้อเสีย ความสูงของแคปซูลน้อยที่สุด สูดทำยาแคปซูลชนิดที่ 3 ข้อดี ระยะเวลาในการผลิตเร็วที่สุด ข้อเสีย ระยะเวลาในการละลายตัวช้าที่สุด ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น ใช้คำอธิบายสั้น ๆ แต่มีความชัดเจน สามารถเข้าใจได้ แต่ยังคงมีนักเรียนบางส่วนเขียนแค่คำอธิบายสั้น ๆ ที่ไม่สามารถสื่อ

ความหมายให้เข้าใจได้ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ใช้คำอธิบายสั้น ๆ มีการวาดรูปประกอบเล็กน้อย ส่วนท้องฟ้าเขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องครบถ้วน ใช้คำอธิบายสั้น ๆ แต่สามารถสื่อความหมายได้ ดังภาพประกอบที่ 80 – 81

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแคปซูลแต่ละชนิด

ชนิดแคปซูล	ข้อดีของแคปซูล	ข้อเสียของแคปซูล
1	- รัศมี (0.6 cm) น้อยที่สุด	- 0I 2 cm น้อยที่สุด
2	- 0I 2.5 cm น้อยที่สุด - ผลิตง่ายที่สุด	- รัศมี 0.55 cm รัศมีมากที่สุด - ใช้เวลาผลิตนานที่สุด
3	- ผลิตได้เร็วที่สุด	- ผลิตง่ายที่สุด

ภาพประกอบ 80 ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของแสงจันทร์

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแคปซูลแต่ละชนิด

ชนิดแคปซูล	ข้อดีของแคปซูล	ข้อเสียของแคปซูล
1	- ความสูงน้อยที่สุด	- รัศมี น้อยที่สุด
2	- เวลาผลิตน้อยที่สุด - รัศมีน้อยที่สุด	- ความสูงมากที่สุด - ใช้เวลาผลิตนานที่สุด
3	- ใช้เวลาผลิตน้อยที่สุด	- ใช้เวลาผลิตนาน

ภาพประกอบ 81 ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของท้องฟ้า

ในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 9 กิจกรรม “Part Time ร้านกาแฟ” สำหรับร้านกาแฟ A ข้อดี รายได้ของค่าส่งออเดอร์ต่อ 1 รอบมากที่สุด ข้อเสีย การทำผิดออเดอร์จะโดนหักเงินมากที่สุด ร้านกาแฟ B ข้อดี รายได้ของโบนัสเพิ่มเติมต่อ 1 แก้วมากที่สุด และการทำผิดออเดอร์จะโดนหักเงินน้อยที่สุด ข้อเสีย รายได้ของค่าแรงต่อ 1 ชั่วโมงน้อยที่สุด สุดท้ายร้านกาแฟ C ข้อดี รายได้ของค่าแรงต่อ 1 ชั่วโมงมากที่สุด ข้อเสีย รายได้ของค่าส่งออเดอร์ต่อ 1 รอบน้อยที่สุด ซึ่งนักเรียนเกือบทั้งหมดเขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น ใช้คำอธิบายที่มีความชัดเจนมากขึ้น สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์และ

ห้องฟ้าเขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องครบถ้วน ใช้คำอธิบายที่สามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน ดังภาพประกอบที่ 82 – 83

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของการเป็นพนักงาน Part Time ของร้านกาแฟแต่ละร้าน

ร้านกาแฟ	ข้อดีของการทำงาน Part Time	ข้อเสียของ การทำงาน Part Time
A	- ได้รายได้จากการส่ง order / 1 รอบ มากสุด	- นักวิ่งจากการทำผิด order มากสุด
B	- โบนัสเพิ่มเติม / 1 แก้ว เยอะที่สุด	- ค่าแรง / 1 ชั่วโมง น้อยสุด
C	- ค่าแรง / 1 ชั่วโมง มากที่สุด	- ได้รายได้จกขอม การส่ง order / 1 รอบ น้อยสุด

ภาพประกอบ 82 ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของแสงจันทร์

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของการเป็นพนักงาน Part Time ของร้านกาแฟแต่ละร้าน

ร้านกาแฟ	ข้อดีของการทำงาน Part Time	ข้อเสียของ การทำงาน Part Time
A	- ค่าตอบแทนจากค่าส่ง order นอกบ้าน มากที่สุด	- นักวิ่งได้จากค่าเบิกรที่ผิดพลาดมากที่สุด - โบนัสเพิ่มเติม น้อยสุด
B	- กำไรผิดพลาดโดนหัก น้อยที่สุด - โบนัสเพิ่มเติมมากที่สุด	- ค่าตอบแทนจากค่าทำงานประจำวัน น้อยที่สุด
C	- ค่าตอบแทนจากค่าส่ง order นอกบ้าน น้อยที่สุด	- ค่าตอบแทนจากค่าส่ง order นอกบ้าน น้อยที่สุด

ภาพประกอบ 83 ตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 9 ของห้องฟ้า

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอนนักเรียนส่วนใหญ่เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องบางส่วน ใช้คำอธิบายสั้น ๆ ไม่มีความชัดเจน แต่พอสื่อให้เข้าใจได้ มีนักเรียนบางส่วนเขียนแค่คำอธิบายสั้น ๆ และไม่สามารถสื่อให้เข้าใจได้ อย่างไรก็ตามในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น ใช้คำอธิบายสั้น ๆ แต่มีความชัดเจน สามารถสื่อให้เข้าใจได้ แต่ยังคงมีนักเรียนบางส่วนเขียนแค่คำอธิบายสั้น ๆ และไม่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมดยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของ

สถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น มีความชัดเจน สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ง่าย จนสิ้น กระทั่งสุดการเรียนการสอน

(10) นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 2 กิจกรรม “ยาแก้ปวด” สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ คือ ระยะเวลาที่เหลือก่อนเด็กหญิงบัน สุขจะสอบ เนื่องจากปริมาณยาแก้ปวดและอัตราการสลายตัวของยาแก้ปวดใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงต้องคำนวณเปรียบเทียบเพื่อที่จะทราบถึงยี่ห้อของยาแก้ปวดที่สามารถขับออกได้ทันเพื่อไม่ให้ เกิดผลข้างเคียงก่อนที่เด็กหญิงบัน สุขจะสอบ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายสิ่งที่จะต้องนำมา พิจารณาร่วมกับข้อมูลเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่ยังไม่มีความ ชัดเจน นักเรียนบางคนใช้เพียงการเขียนอธิบายสั้น ๆ สื่อความหมายให้เข้าใจได้ยาก และใน ส่วนของแนวคิดในการหาคำตอบ นักเรียนบางส่วนระบุเพียงแนวคิดสั้น ๆ สื่อความหมายให้เข้าใจได้ ยาก และนักเรียนบางส่วนไม่ระบุแนวคิดในการหาคำตอบ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย อาทิตย์เขียน อธิบายสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน แต่เขียนแนวคิดการหา คำตอบของสถานการณ์จริงได้ยังไม่ชัดเจน ใช้คำอธิบายที่สื่อความหมายเข้าใจยาก ส่วนแสงดาว เขียนอธิบายสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน ใช้คำอธิบายที่เข้าใจ ได้ง่าย เขียนแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงด้วยคำอธิบายที่เข้าใจได้ง่าย ดัง ภาพประกอบที่ 84 – 85

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 – 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมา พิจารณาอย่างไร

Ans ต้องพิจารณาถึงระยะเวลาการสลายตัวของยา เพราะ ระยะเวลาก่อนสอบ ของเด็กหญิง บัน สุขยังไม่จำกัด จึงต้องคำนวณเพื่อไม่ให้เกิดผลข้างเคียงในตอนที่สอบ

ภาพประกอบ 84 การอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของอาทิตย์

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 – 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

ต้องพิจารณา ระยะเวลาก่อนสอบ , ปริมาณยา , ระยะเวลาที่ยาสลายตัว

ต้องคำนวณ ระยะเวลาที่ยาสลายตัวของแต่ละยี่ห้อ ว่าทันก่อนสอบไหม

ภาพประกอบ 85 การอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2
ของแสงดาว

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 7 กิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ คือ ปริมาณสารสกัดที่โรงงานแห่งนี้ผลิตคือ 3,000 กรัม และจำนวนเม็ดที่จะบรรจุลงกระปุก 30 เม็ด นำมาพิจารณาร่วมคือ หาปริมาตรของแคปซูลแต่ละชนิด เพื่อเปรียบแคปซูลชนิดที่บรรจุสารสกัดได้น้อยที่สุด จากนั้นจึงนำไปบรรจุลงกระปุก ดังนั้นเพื่อความถูกต้องจึงต้องคำนวณเพื่อให้ทราบถึงจำนวนกระปุกที่แคปซูลแต่ละชนิดสามารถนำไปบรรจุได้ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแคปซูลทั้ง 3 ชนิด ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง และมีความชัดเจนมากขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางคนใช้เพียงการเขียนอธิบายสั้น ๆ แต่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดีขึ้น และในส่วนของแนวคิดในการหาคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่ระบุเพียงแนวคิดสั้น ๆ แต่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ สำหรับนักเรียนเป้าหมายอาทิติย์เขียนอธิบายสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ชัดเจน ใช้คำอธิบายที่สื่อความหมายเข้าใจง่าย ส่วนแสงดาวเขียนอธิบายสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน ใช้คำอธิบายที่เข้าใจได้ง่าย เขียนแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงด้วยคำอธิบายที่เข้าใจได้ง่าย ดังภาพประกอบที่ 86 –

87

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 – 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

ค.ทร. ส่วนของผลิตสารสกัด 3000 กรัม บรรจุ 30 เม็ดในแคปซูล ดังนั้นจึงต้องคำนวณหาปริมาตรแคปซูลแต่ละชนิด เพื่อนำแคปซูลที่บรรจุได้น้อยสุด (จะบรรจุ 1 ตัวจำนวน ๑๐๕) และหาจำนวนกระปุกที่บรรจุได้

ภาพประกอบ 86 การอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7
ของอาทิติย์

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 - 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณา อ้อวน

- ปริมาณสารสกัด ที่ใช้ผลิตแคปซูล 3,000 g

- บรรจุ แคปซูลละ 30 เม็ด

เพื่อนำมาพิจารณาพิจารณาปริมาณสารสกัด แคปซูล ที่ สูตรแคปซูลแต่ละ ชนิด สามารถผลิตได้

ภาพประกอบ 87 การอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7
ของแสงดาว

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 10 กิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ คือ ระยะเวลาในการปลูกต้นไม้จำนวน 9 ปี และข้อตกลงในการตัดไม้จำหน่ายจะต้องหักลบกับส่วนสูงของไม้เมื่อเติบโตครบ 9 ปี เป็นจำนวน 40 เซนติเมตร เนื่องจากไม้สักทั้ง 3 สายพันธุ์จะต้องปลูกจนครบระยะเวลา 9 ปี และตัดส่วนหัวและส่วนท้ายของไม้รวมกัน 40 เซนติเมตร ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงการเลือกปลูกสายพันธุ์ของไม้สักที่จะมีปริมาตรมากที่สุดจึงต้องคำนวณเปรียบเทียบเพื่อหาปริมาตรของไม้สักสายพันธุ์แต่ละสายพันธุ์ ซึ่งนักเรียนเกือบทั้งหมดเขียนอธิบายสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง และมีความชัดเจนมากขึ้น และในส่วนของแนวคิดในการหาคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่ระบุแนวคิดที่สามารถใช้หาคำตอบได้ เข้าใจได้ง่าย สำหรับนักเรียนเป้าหมาย อาทิตย์เขียนอธิบายสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน เขียนแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ชัดเจน ใช้คำอธิบายที่สื่อความหมายเข้าใจง่าย ส่วนแสงดาวเขียนอธิบายสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน ใช้คำอธิบายที่เข้าใจได้ง่าย เขียนแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงด้วยคำอธิบายที่เข้าใจได้ง่าย

ดังภาพประกอบที่ 88 - 89

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 - 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

กทส - ระยะเวลาปลูกต้นสักสีเขียว 9 ปี

- สักเขียว 15 cm ท้าย 25 cm = 40 cm

เนื่องจาก สัก 3 สายพันธุ์ ทัดเทียม ระยะเวลาการปลูก 9 ปี และตัดลบ 40 cm จึงต้อง

คำนวณเปรียบเทียบ ปริมาตรเนื้อไม้ของ 3 สายพันธุ์ เพื่อหาค่าสายพันธุ์ที่ให้เนื้อไม้มากที่สุด

ภาพประกอบ 88 การอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 10
ของอาทิตย์

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 – 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาร่วม คือ ระยะเวลาในการปลูก ๗ ปี และต้องตัดส่วนบน 15 เซนติเมตร และส่วนล่าง 25 เซนติเมตร ก่อนตัดลำต้น เมื่อ นำมาพิจารณาทางวิธานของไม้สัก แหล่งลำต้นนี้

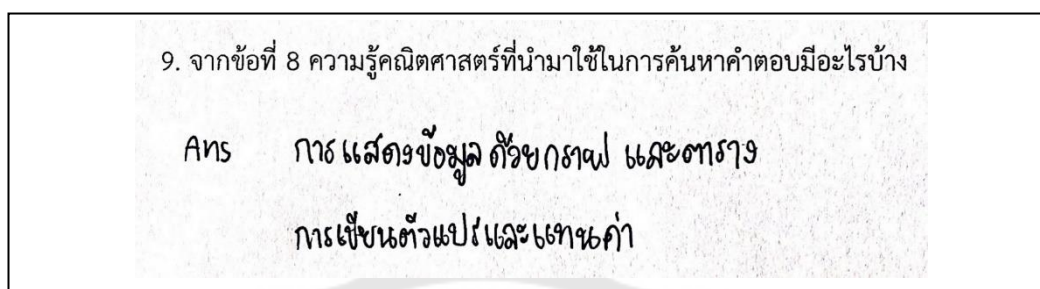
ภาพประกอบ 89 การอธิบายแนวความคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 10 ของแสงดาว

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แต่ยังไม่มีความชัดเจน นักเรียนบางคนใช้เพียงการเขียนอธิบายสั้น ๆ สื่อความหมายให้เข้าใจได้ยาก และในส่วนของแนวคิดในการหาคำตอบ นักเรียนบางส่วนระบุเพียงแนวคิดสั้น ๆ สื่อความหมายให้เข้าใจได้ยาก และนักเรียนบางส่วนไม่ระบุแนวคิดในการหาคำตอบ อย่างไรก็ตามในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง และมีความชัดเจนมากขึ้น แต่ยังมีนักเรียนบางคนใช้เพียงการเขียนอธิบายสั้น ๆ แต่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ดีขึ้น และในส่วนของแนวคิดในการหาคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่ระบุเพียงแนวคิดสั้น ๆ แต่สามารถสื่อความหมายให้เข้าใจได้ และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมดยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ เขียนอธิบายสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบได้ถูกต้องและมีความชัดเจนมาก ในส่วนของแนวคิดในการหาคำตอบ นักเรียนส่วนน้อยสามารถระบุแนวคิดในการหาคำตอบได้ จนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

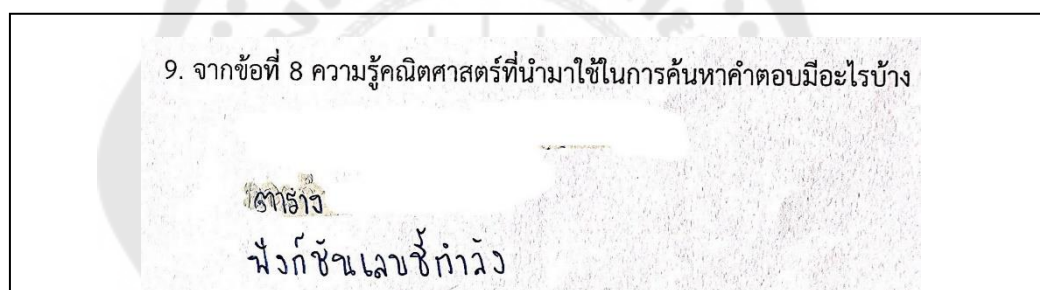
(11) **นักเรียนเขียนความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น**

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 2 กิจกรรม “ยาแก้ปวด” ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบ คือ การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (กำหนดตัวแปรและแทนค่า) ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ประมาณ 1 - 2 เรื่อง มีนักเรียนส่วนน้อยที่เขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง 1 เรื่องหรือเขียนระบุได้แต่ไม่ชัดเจน และไม่มีนักเรียนที่ไม่สามารถเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย อาทิพย์เขียนระบุความรู้

คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง 3 เรื่อง ส่วนแสงดาวเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง 2 เรื่อง แต่มี 1 เรื่องที่ไม่ชัดเจน ดังภาพประกอบที่ 90 – 91



ภาพประกอบ 90 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของอาทิตย์



ภาพประกอบ 91 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 2 ของแสงดาว

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 7 กิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบ คือ การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ ฟังก์ชันกำลังสอง (กำหนดตัวแปรและแทนค่า) และ ปริมาตรของทรงกระบอก ปริมาณของทรงกลม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น ประมาณ 3 เรื่อง มีนักเรียนส่วนน้อยที่เขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง 1 - 2 เรื่องหรือเขียนระบุได้แต่ไม่ชัดเจน และไม่มีนักเรียนที่ไม่สามารถเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย อาทิตย์เขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง 4 เรื่อง ส่วนแสงดาวเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง 5 เรื่อง แต่มี 1 เรื่องที่ซ้ำกับเรื่องเดิม ดังภาพประกอบที่ 92 – 93

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

- คหส - การนำเสนอด้วยภาพและตาราง
 - การกำหนดตัวแปรและแทนค่า (ฟังก์ชันกำลัง 2)
 - ความรู้ด้านการหาปริมาตร

ภาพประกอบ 92 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของอาทิตย์

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

- การนำเสนอข้อมูลด้วยตาราง
 - การกำหนดตัวแปร
 - การแทนค่า
 - สูตรปริมาตรทรงกลม และ - ทรงกระบอก

ภาพประกอบ 93 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของแสงดาว

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 10 กิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบ คือ การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (กำหนดตัวแปรและแทนค่า) สูตรปริมาตรทรงกระบอก สูตรการหาความยาวเส้นรอบวง ซึ่งนักเรียนเกือบทั้งหมดสามารถเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น ประมาณ 4 - 5 เรื่อง และไม่มีนักเรียนที่ไม่สามารถเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย อาทิตย์เขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง 5 เรื่อง ส่วนแสงดาวเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบได้ถูกต้อง 6 เรื่อง แต่มี 1 เรื่องที่ซ้ำกับเรื่องเดิม ดังภาพประกอบที่ 94 - 95

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

ANS การนำเสนอข้อปัญหา และกราฟ

ฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียล (การกำหนดตัวแปร และแทนค่า)

ความรู้เรื่องการประมาณค่า การระบอบอก และเส้นรอบวง

ภาพประกอบ 94 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 10
ของอาทิตย์

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

- การนำเสนอข้อปัญหาด้วยตาราง

- ฟังก์ชันเอ็กซ์โพเนนเชียล

- การหาปริมาตรทรงกระบอก

- การหาความยาวเส้นรอบวง

- การกำหนดตัวแปร

- การแทนค่า

ภาพประกอบ 95 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 10
ของแสงดาว

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ประมาณ 1 - 2 เรื่อง มีนักเรียนส่วนน้อยที่เขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง 1 เรื่องหรือเขียนระบุได้แต่ไม่ชัดเจน และไม่มีนักเรียนที่ไม่สามารถเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบ อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น ประมาณ 3 เรื่อง มีนักเรียนส่วนน้อยที่เขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง 1 - 2 เรื่องหรือเขียนระบุได้แต่ไม่ชัดเจน และไม่มีนักเรียนที่ไม่สามารถเขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบ และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมดยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ เขียนระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้นประมาณ 3 เรื่อง จนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

2.2 พฤติกรรมด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

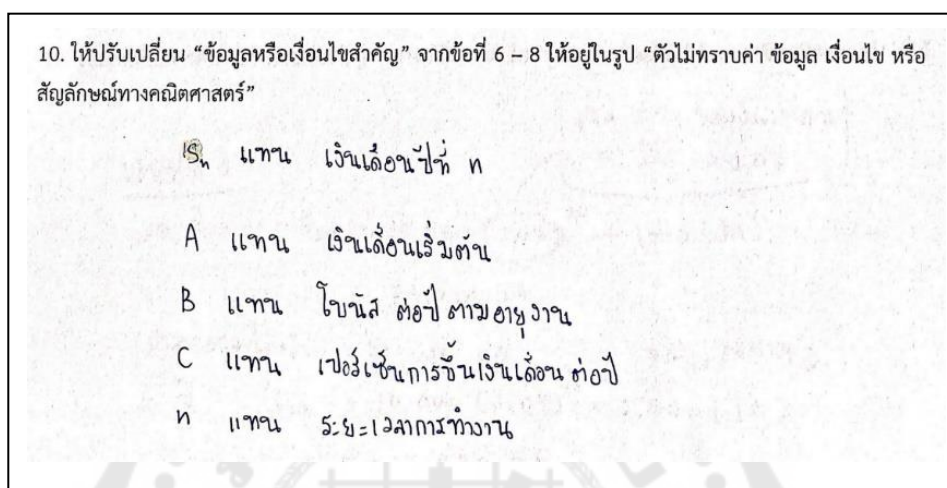
ในการวิเคราะห์พฤติกรรมด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้พิจารณาการแสดงออกของนักเรียนในการปรับเปลี่ยน ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลเงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการกำหนดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์จริงนั้น

ผลจากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น และ (2) นักเรียนเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่าได้ถูกต้องมากขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

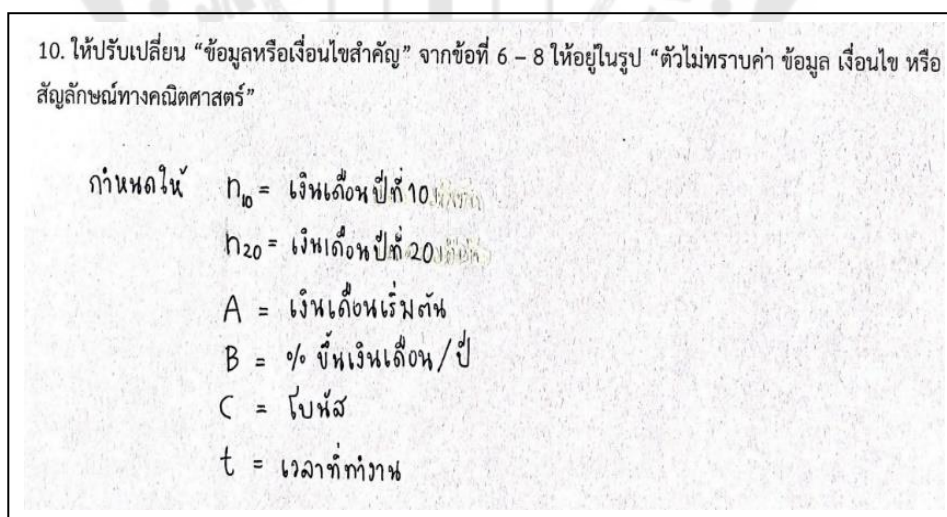
(1) นักเรียนระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 4 กิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” เป็นสถานการณ์จริงที่นักเรียนต้องเลือกบริษัทที่ควรสมัครเข้าทำงานจากบริษัททั้งหมดสามบริษัท เพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่สูงที่สุด นักเรียนจะต้องระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง ซึ่งจะประกอบด้วย เงินเดือนของบริษัทในปีที่ n (บาท) เงินเดือนเริ่มต้นของแต่ละบริษัท (บาท) เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปีของแต่ละบริษัท (ร้อยละ) โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงานของแต่ละบริษัท (บาท) และระยะเวลาที่ทำงาน (ปี) นักเรียนส่วนใหญ่ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ยังไม่ถูกต้อง หรือนักเรียนบางส่วนปรับเปลี่ยนได้ถูกต้องแต่มีการกำหนดตัวแปรเพิ่มเกินความจำเป็น แต่สามารถใช้หาคำตอบได้ มีเพียงแค่นักเรียนบางคนเท่านั้นที่สามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องแต่ยังไม่ละเอียด ขาดการเติมหน่วยของข้อมูล ตัวอย่างเช่น นักเรียนเป้าหมาย แสงดาวสามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง แต่ตัวที่ปรับเปลี่ยนยังเขียนไม่ชัดเจน ไม่ละเอียดและไม่มีการใส่หน่วยของข้อมูลตัวอย่างเช่น A แทน

เงินเดือนเริ่มต้น ซึ่งควรจะเขียนว่า A แทนเงินเดือนเริ่มต้นของแต่ละบริษัท (บาท) ส่วนแสงจันทร์สามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง แต่มีตัวแปรที่เกินความจำเป็น ตัวอย่างเช่น เงินเดือนปีที่ 10 และ เงินเดือนปีที่ 20 ควรกำหนดเป็นเงินเดือนปีที่ n อีกทั้งยังไม่มีการใช้หน่วยของข้อมูล ดังภาพประกอบที่ 96 – 97



ภาพประกอบ 96 การระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 4 ของแสงดาว



ภาพประกอบ 97 การปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญของสถานการณ์จริงให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงจันทร์

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 7 กิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” นักเรียนจะต้องระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง ซึ่งประกอบด้วย จำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก) จำนวนสารสกัดสมุนไพรทั้งหมด (กรัม) ปริมาณสารสกัดใน 1 เม็ด (ลูกบาศก์เซนติเมตร) จำนวนเม็ดยาในหนึ่งกระปุก (เม็ด) รัศมีของแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร) และความสูงแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร) นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น สามารถใช้หาคำตอบได้ แต่ยังไม่มีความละเอียด เขียนอธิบายพอสื่อให้เข้าใจได้ แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังไม่สามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวสามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง เขียนอธิบายเข้าใจได้ง่าย มีการใส่หน่วยของข้อมูลอย่างครบถ้วน ส่วนแสงจันทร์สามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง เขียนคำอธิบายสั้น ๆ แต่พอสื่อความหมายเข้าใจได้ และมีการใส่หน่วยของข้อมูล แต่มีบางข้อมูลที่ใส่หน่วยผิดและไม่ใส่หน่วยของข้อมูล ดังภาพประกอบที่ 98 – 99

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

- A แทน จำนวนกระปุก แคปซูลที่สามารถบรรจุได้ (กระปุก)
- B แทน ปริมาณสารสกัดที่ใช้ผลิตแคปซูล (กรัม)
- C แทน ปริมาณสารสกัด 1 แคปซูล (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
- D แทน จำนวนแคปซูล 1 กระปุก (เม็ด)
- E แทน รัศมีของแคปซูล (เซนติเมตร)
- H แทน ความสูงของแคปซูล (เซนติเมตร)

ภาพประกอบ 98 การระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของแสงดาว

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

กำหนดให้	N	แทน จำนวนกร:ปลูก (กร:ปลูก)
	A	แทน จำนวนสารสกัด (g)
	B	แทน ปริมาณสารสกัดของ 1 แคลปูล (cm ²)
	n	แทน จำนวนเมล็ดยาใน 1กร:ปลูก
	r	แทน รัศมี (cm)
	h	แทน ความสูง (cm)

ภาพประกอบ 99 การระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของ สถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 7 ของแสงจันทร์

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 10 กิจกรรม “ต้นไม้ เศรษฐกิจ” นักเรียนระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของ สถานการณ์จริง ซึ่งประกอบด้วย ปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร) อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของ ความยาวเส้นรอบวงของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ ความสูงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร) อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ ความสูงของไม้สักที่ ต้องตัดจำหน่าย (เซนติเมตร) ระยะเวลาที่ปลูกไม้สัก (ปี) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุตัวไม่ ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น สามารถใช้หาคำตอบได้ มีความละเอียดมากขึ้น เขียนอธิบายเข้าใจได้ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวสามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์ จริงได้ถูกต้อง ใช้คำอธิบายที่สื่อความหมายเข้าใจได้ง่าย มีการระบุหน่วยของข้อมูลได้ครบถ้วน ส่วนแสงจันทร์สามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของ สถานการณ์จริงได้ถูกต้องแต่มีบางข้อมูลที่สื่อความหมายให้เข้าใจยาก คือ อัตราการเติบโตของ ความกว้างต่อปี จะต้องเขียนเป็นอัตราการเติบโตของความยาวเส้นรอบวงต่อปี ใส่หน่วยของข้อมูล ไม่ครบบางข้อมูล และมีบางข้อมูลใส่หน่วยผิด ดังภาพประกอบที่ 100 – 101

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

กำหนดให้	A	แทน	ปริมาตรของไม้สัก (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
	B	แทน	ความยาวรอบวงปีที่ 1 (เซนติเมตร)
	C	แทน	อัตราการเติบโตของควานขาวต่อปี
	D	แทน	ควานสูงปีที่ 1 (เซนติเมตร)
	E	แทน	อัตราการเติบโตของควานสูงต่อปี
และ	n	แทน	ระยะเวลาที่ปลูก (ปี)

ภาพประกอบ 100 การระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 10 ของแสงดาว

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

กำหนดให้	A	แทน	ปริมาตรของไม้สัก ตอนจำหน่าย (cm^3)
	B	แทน	ความยาวเส้นรอบวงปีแรก (cm)
	C	แทน	อัตราการโตของควานขาวเฉลี่ย/ปี
	D	แทน	ความสูงปีแรก (cm)
	E	แทน	อัตราการเติบโตของควานสูงเฉลี่ย/ปี
	n	แทน	จำนวนปีที่ปลูก (ปี)
	T	แทน	คณสมุทไม้อายุที่ตัดจำหน่าย (cm)

ภาพประกอบ 101 การระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงในคาบเรียนที่ 10 ของแสงจันทร์

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงยังไม่ถูกต้อง หรือบางส่วนปรับได้ถูกต้องแต่มีการกำหนดตัวแปรเพิ่มเกินความจำเป็น แต่สามารถใช้หาคำตอบได้ มีเพียงแค่นักเรียนบางคนเท่านั้นที่สามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องแต่ยังไม่ละเอียด ขาดการเติมหน่วยของข้อมูล อย่างไรก็ตามในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น สามารถใช้หาคำตอบได้ แต่ยังไม่มีความละเอียด เขียนอธิบาย

พอสื่อความหมายให้เข้าใจได้ แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังไม่สามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมดยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ สามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง สามารถใช้หาคำตอบได้ มีความละเอียด เขียนอธิบายเข้าใจได้ จนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน นอกจากนี้ จากผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนเป้าหมายพบว่า การที่นักเรียนสามารถสามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ ส่วนหนึ่งมากจากการที่นักเรียนเห็นตัวแปรที่ควรปรับเปลี่ยนจากข้อคำถามข้อที่ 2 ในใบกิจกรรมคือ ให้นักเรียนค้นหาปัจจัยที่มีร่วมกันของตัวอย่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนสืบค้น และข้อคำถามข้อที่ 3 ในใบกิจกรรม คือ ให้นักเรียนพิจารณาปัจจัยร่วมกันระหว่างสถานการณ์จริงที่นักเรียนสืบค้นกับสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม ซึ่งนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คนให้ความเห็นตรงกันว่า ข้อคำถามที่ 2 – 3 ในใบกิจกรรม ทำให้สามารถระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้ง่ายขึ้นกว่าการสังเกตความสัมพันธ์ของข้อมูลเพียงอย่างเดียว เพราะนักเรียนให้เหตุผลว่า เหมือนเป็นการตั้งตัวแปรที่จะระบุสำหรับขั้นตอนนี้ไว้ไนใจ หรือจะต้องนำปัจจัยส่วนใหญ่จากข้อมูลที่เชื่อมโยงในส่วนนี้ไปกำหนดเป็นตัวแปรอย่างแน่นอน

(2) นักเรียนเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบที่ 4 กิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” ซึ่งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แสดงได้ดังนี้

$$S_n = A(B)^n + C(n)$$

เมื่อกำหนดให้ S_n แทนเงินเดือนบริษัทในปีที่ n (บาท)

A แทนเงินเดือนเริ่มต้นของแต่ละบริษัท (บาท)

B แทนเปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปีของแต่ละบริษัท (ร้อยละ)

C แทนโบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงานของแต่ละบริษัท (บาท)

และ n ระยะเวลาที่ทำงาน (ปี)

นักเรียนส่วนใหญ่เขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทาง

คณิตศาสตร์ได้น้อยมาก โดยเขียนอธิบายสั้น ๆ มีนักเรียนเพียงส่วนน้อยที่สามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ แต่ก็มีตัวแปรที่เกินความจำเป็นเพิ่มเข้ามา มีเพียงนักเรียนบางคนที่สามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังไม่ชัดเจน ไม่เขียนที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ยกตัวอย่างเช่น นักเรียนเป้าหมาย แสงดาวสามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ แต่ไม่เขียนถึงที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ส่วนแสงจันทร์สามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้แต่ไม่ถูกต้องเพราะมีตัวแปรที่เกินความจำเป็น แต่ตัวแบบที่ได้มาสามารถใช้หาคำตอบได้ อีกทั้งไม่เขียนถึงที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังภาพประกอบที่ 102 – 103

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

$$S_n = A(c)^n + B(n)$$

ภาพประกอบ 102 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงดาว

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

$$n_{10} = A(B)^t + C(t)$$

$$n_{20} = A(B)^t + C(t)$$

ภาพประกอบ 103 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงจันทร์

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 7 กิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” ซึ่งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แสดงได้ดังนี้

$$A = \frac{\frac{B}{C}}{D} = \frac{\frac{B}{\pi r^2 h + \frac{4}{3}\pi r^3}}{D} = \frac{\frac{B}{\pi r^2 (h + \frac{4}{3}r)}}{D} = \frac{B}{\pi r^2 (h + \frac{4}{3}r)D}$$

เมื่อกำหนดให้ A แทนจำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก)

B แทนจำนวนสารสกัดทั้งหมด (กรัม)

C แทนปริมาณสารสกัดใน 1 เม็ด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

D แทนจำนวนเม็ดยาใน 1 กระปุก (เม็ด)

r แทนรัศมีของแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร)

และ h แทนความสูงแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร)

นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น มีการเขียนอธิบายถึงที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แต่มีนักเรียนบางคนที่ยังสามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์และแสงดาวสามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง มีการอธิบายที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีการเขียนอธิบายอย่างละเอียดสำหรับที่มาของตัวแปรที่ต้องใช้ความรู้เรื่องปริมาตรทรงกลมและปริมาตรทรงกระบอก ดังภาพประกอบที่ 104 – 105

11. ให้เขียน "ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์" ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง "ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์" ที่ได้จากข้อ 10

r ๓ ปริมาตรทรงกรวยนอก

ปริมาตรแคปซูล ๑ เวกัด = $\pi r^2 h + \frac{4}{3} \pi r^3$

L ๓ ปริมาตรทรงกลม

A =

$$A = \frac{B}{\pi r^2 h + \frac{4}{3} \pi r^3}$$

D

กำหนดให้	A แทน	จำนวนกรวยแคปซูลที่สามารถผลิตได้ (กรวย)
	B แทน	ปริมาณสารสกัดที่ใช้ผลิตแคปซูล (กรัม)
	C แทน	ปริมาณสารสกัด 1 แคปซูล (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
	D แทน	จำนวนแคปซูล 1 กรวย (เม็ด)
	r แทน	รัศมีของแคปซูล (เซนติเมตร)
	h แทน	ความสูงของแคปซูล (เซนติเมตร)

ภาพประกอบ 104 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงดาว

11. ให้เขียน "ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์" ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง "ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์" ที่ได้จากข้อ 10

$$N = \frac{\frac{A}{B}}{n}$$

จัดรูป $N = \frac{A}{\pi r^2(h + \frac{4}{3}r)n}$

* สูตรปริมาตรทรงกรวยนอก $\pi r^2 h$
 * สูตรปริมาตรทรงกลม $\frac{4}{3} \pi r^3$

ซึ่งกำหนดให้

- N แทนจำนวนกรวย (กรวย)
- A แทนจำนวนสารสกัด (g)
- B แทนปริมาตรสารสกัดของ 1 แคปซูล (cm³)
- n แทนจำนวนเม็ดยาใน 1 กรวย
- r แทนรัศมี (cm)
- h แทนความสูง (cm)

ภาพประกอบ 105 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงจันทร์

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 10 กิจกรรม “ต้นไม้ เศรษฐกิจ” ซึ่งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขใน สถานการณ์จริงกับ ตัวไม้ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แสดงได้ ดังนี้

$$a = \frac{\pi (b(c)^{(n-1)})^2 ((d)(e)^{(n-1)} - m)}{2\pi}$$

เมื่อกำหนดให้ a แทนปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

b แทนความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร)

c แทนอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงของ ไม้สักแต่ละสายพันธุ์

d แทนความสูงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร)

e แทนอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงของไม้สัก แต่ละสายพันธุ์

m แทนความสูงของไม้สักที่ต้องตัดจำหน่าย (เซนติเมตร)

และ n แทนระยะเวลาที่ปลูกไม้สัก (ปี)

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม้ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น มีการเขียนอธิบายถึงที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียนเป้าหมาย แสดงดาวสามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม้ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน มีการอธิบายที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีการเขียนหน่วย ของข้อมูลครบถ้วน ส่วนแสงจันทร์สามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม้ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ได้ถูกต้องแต่มีข้อมูลบางตัวที่สื่อความหมายผิด คือ อัตราการเติบโตของความกว้าง เฉลี่ยต่อปี จะต้องเป็นอัตราการเติบโตของความยาวเส้นรอบวงเฉลี่ยต่อปี แต่ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์สามารถใช้ได้ และเขียนหน่วยของข้อมูลยังไม่ครบถ้วน ส่วนดังภาพประกอบที่ 106 –

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

$$A = \pi \left(\frac{(b)(c)^{(n-1)}}{2\pi} \right)^2 (cd)(e)^{(n-1)} - 4o$$

- กำหนดให้
- A แทน ปริมาตรของไม้สัก (ลูกบาศก์เมตร)
 - B แทน ความยาวรอบวงซี่ที่ 1 (เซนติเมตร)
 - C แทน อัตราการเติบโตของควมยาวต่อปี
 - D แทน ความสูงซี่ที่ 1 (เซนติเมตร)
 - E แทน อัตราการเติบโตของควมสูงต่อปี
 - และ n แทน ระยะเวลาที่ปลูก (ปี)

ภาพประกอบ 106 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงดาว

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

$$A = \pi \left[\frac{B(C^{n-1})}{2\pi} \right]^2 [D(E^{n-1}) - T]$$

- โดยกำหนดให้
- A แทน ปริมาตรของไม้สักต่อหน้าผ (cm³)
 - B แทน ความยาวเส้นรอบวงซี่แรก (cm)
 - C แทน อัตราการโตของควมกว้างเฉลี่ย/ปี
 - D แทน ความสูงซี่แรก (cm)
 - E แทน อัตราการเติบโตของควมสูงเฉลี่ย/ปี
 - n แทน จำนวนปีที่ปลูก (ปี)
 - T แทน ความสูงไม้สักที่ตัดจำหน่าย (cm)

ภาพประกอบ 107 ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงจันทร์

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่เขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้น้อยมาก โดยเขียนอธิบายสั้น ๆ มีนักเรียนเพียงส่วนน้อยที่สามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ แต่ก็มีตัวแปรที่เกินความจำเป็นเพิ่มเข้ามา มีเพียงนักเรียนบางคนที่สามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังไม่ชัดเจน ไม่เขียนที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น มีการเขียนอธิบายถึงที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แต่มีนักเรียนบางคนที่ยังสามารถเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมดยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ เขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและมีการเขียนอธิบายถึงที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

2.3 พฤติกรรมด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้พิจารณาการแสดงออกของนักเรียนในการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลจากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น (2) นักเรียนเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

(1) นักเรียนแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 4 กิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” นักเรียนส่วนใหญ่แสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้น้อยมาก เขียนอธิบายได้ไม่ละเอียด มีนักเรียนบางคนเขียนคำอธิบายสั้น ๆ นำข้อมูลที่ไม่ผ่านการกำหนดตัวแปรมาแสดงการหาคำตอบ มีเพียงนักเรียนเพียงบางคนที่สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้อง แต่ก็เขียนได้ไม่ละเอียด ไม่ระบุถึงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ค้นหาคำตอบ และมีนักเรียนเพียงบางคนที่สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ แต่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ค้นหาคำตอบเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวสามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้อง แต่ไม่ระบุที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ค้นหาคำตอบ แทนค่าลงไปในตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตรง ๆ ไม่มีการเขียนอธิบายเพิ่มเติมถึงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ส่วนแสงจันทร์สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้องแต่เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง และไม่มีการเขียนอธิบายเพิ่มเติมถึงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ดังภาพประกอบที่ 108 – 111

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

บริษัทที่ 1

10 ปี $S_{10} = 30,000 (1.07)^{10} + 1,500 (10)$

$= 74,014.54$

ถ้าออกจะได้อะไรเงิน $74,014.54 \times 10 = 740,145.4$ ✘

20 ปี $S_{20} = 30,000 (1.07)^{20} + 1,500 (10)$

$= 131,090.53$

ถ้าออกจะได้อะไรเงิน $131,090.5 \times 10 = 1,310,905$ ✘

เงิน 7% ของเงินต้น
 $= \frac{107}{100} = 1.07$

ภาพประกอบ 108 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด
 ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงดาว

(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ "ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์" ที่ได้จากข้อ 11

บริษัทที่ 2

10 ปี $S_{10} = 40,000 (1.03)^{10} + 2,000 (10)$
 $= 43,756.66$
 ถ้าลาออกจะได้เงิน 43,756.66 #

20 ปี $S_{20} = 40,000 (1.03)^{20} + 2,000 (20)$
 $= 92,244.45$
 ถ้าลาออกจะได้เงิน 92,244.45 #

บริษัทที่ 3

10 ปี $S_{10} = 35,000 (1.05)^{10} + 2,500 (10)$
 $= 82,011.81$
 ถ้าลาออกจะได้เงิน 82,011.81 #

20 ปี $S_{20} = 35,000 (1.05)^{20} + 2,500 (20)$
 $= 117,865.42$
 ถ้าลาออกจะได้เงิน 1,178,654.2 #

ภาพประกอบ 109 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด
 ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงดาว (ต่อ)

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ "ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์" ที่ได้
 จากข้อ 11

บริษัทที่ 1

10 ปี $S_{10} = 30,000 (1.07)^{10} + 1,500 (10)$
 $= 74,014.54$
 ถ้าลาออกจะได้เงิน $74,014.54 \times 10 = 740,145.4$ #

20 ปี $S_{20} = 30,000 (1.07)^{20} + 1,500 (10)$
 $= 131,090.53$
 ถ้าลาออกจะได้เงิน $131,090.5 \times 10 = 1,310,905$ #

เพิ่ม 7% ของเงินต้น
 $= \frac{107}{100} = 1.07$

ภาพประกอบ 110 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด
 ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงจันทร์

(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ "ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์" ที่ได้จากข้อ 11

บริษัทที่ 2

10 ปี $S_{10} = 40,000 (1.03)^{10} + 2,000 (10)$
 $= 73,756.66$
 ถ้าลาออกจะได้อะไรเงิน 73,756.66 #

20 ปี $S_{20} = 40,000 (1.03)^{20} + 2,000 (20)$
 $= 92,244.45$
 ถ้าลาออกจะได้อะไรเงิน 92,244.45 #

บริษัทที่ 3

10 ปี $S_{10} = 35,000 (1.05)^{10} + 2,500 (10)$
 $= 82,011.31$
 ถ้าลาออกจะได้อะไรเงิน 82,011.31 #

20 ปี $S_{20} = 35,000 (1.05)^{20} + 2,500 (20)$
 $= 117,865.42$
 ถ้าลาออกจะได้อะไรเงิน 1,178,654.2 #

ภาพประกอบ 111 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด
 ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงจันทร์ (ต่อ)

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 7 กิจกรรม "แคปซูลอาหารเสริม" นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น มีการเขียนที่มีความเป็นระบบระเบียบมากขึ้น อธิบายด้วยข้อความที่เข้าใจได้ง่าย แต่มีเพียงนักเรียนเพียงบางคนที่ยังไม่สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้อง สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวสามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้อง มีความเป็นระเบียบ แต่ไม่ได้เขียนที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ ส่วนแสงจันทร์สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้อง มีความเป็นระเบียบ และเขียนที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ ดังภาพประกอบที่ 112 – 115

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

แคชชูชชนิดที่ 1 จากข้อมูลและเงื่อนไข

$$A = \frac{3000}{\frac{\pi (0.6)^2 (2) + \frac{4}{3} \pi (0.6)^3}{30}}$$

$$= 31.59$$

∴ แคชชูชชนิดที่ 1 ผลิตแคชชูชได้ 31 กระปุก

ภาพประกอบ 112 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด
ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงดาว

(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

แคชชูชชนิดที่ 2 จากข้อมูลและเงื่อนไข

$$A = \frac{3000}{\frac{\pi (0.55)^2 (2.5) + \frac{4}{3} \pi (0.55)^3}{30}}$$

$$= 32.56$$

∴ แคชชูชชนิดที่ 2 ผลิตแคชชูชได้ 32 กระปุก

แคชชูชชนิดที่ 3 จากข้อมูลและเงื่อนไข

$$A = \frac{3000}{\frac{\pi (0.58)^2 (2.3) + \frac{4}{3} \pi (0.58)^3}{30}}$$

$$= 30.80$$

∴ แคชชูชชนิดที่ 3 ผลิตแคชชูชได้ 30 กระปุก

ภาพประกอบ 113 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดใน
คาบเรียนที่ 7 ของแสงดาว (ต่อ)

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

$$\text{จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ } N = \frac{A}{\pi r^2 (h + \frac{4}{3}r)n}$$

และเงื่อนไข : 1 กระปุกจะมี 30 เม็ด , $A = 3,000$ g

พิจารณาแคปซูลชนิดที่ 1

$$N = \frac{3,000}{(3.14)(0.6)^2 (2 + \frac{4}{3}(0.6))(30)} = 31.59$$

ดังนั้น แคปซูลชนิดที่ 1 จะบรรจุลงกระปุกได้ 31 กระปุก

ภาพประกอบ 114 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด
ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงจันทร์

(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

พิจารณาต่อที่แคปซูลชนิดที่ 2

$$N = \frac{3,000}{(3.14)(0.55)^2 (2.5 + \frac{4}{3}(0.55))(30)} = 32.56$$

ดังนั้น แคปซูลชนิดที่ 2 จะบรรจุลงกระปุกได้ 32 กระปุก

พิจารณาต่อที่แคปซูลชนิดที่ 3

$$N = \frac{3,000}{(3.14)(0.58)^2 (2.3 + \frac{4}{3}(0.53))(30)} = 30.80$$

ดังนั้น แคปซูลชนิดที่ 3 จะบรรจุลงกระปุกได้ 30 กระปุก

ภาพประกอบ 115 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด
ในคาบเรียนที่ 7 ของแสงจันทร์ (ต่อ)

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 10 กิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” นักเรียนเกือบทั้งหมดสามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้องมากมีการเขียนที่มีความเป็นระบบระเบียบมากขึ้น อธิบายด้วยข้อความที่เข้าใจได้ง่าย สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงดาวและแสงจันทร์สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้อง มีการระบุที่มาของตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ แสดงวิธีการค้นหาคำตอบด้วยความเป็นระบบระเบียบ ดังภาพประกอบที่ 116 – 119

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้ จากข้อ 11

จาก $A = \pi \left(\frac{(b)(c)^{(n-1)}}{2 \pi} \right) ((d)(e)^{(n-1)} - 40)$

นำมาพิจารณาหาปริมาตรไม้สักต่อ 1 ต้น ของแต่ละ: สายพันธุ์

สายพันธุ์ที่ 1 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

จะได้ว่า $A = \pi \left(\frac{(23)(1.13)^{(9-1)}}{2 \pi} \right) ((52)(1.03)^{(9-1)} - 40)$

$= 4,697.18$

ดังนั้น สายพันธุ์ที่ 1 จะได้ปริมาตร 4,697.18 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาพประกอบ 116 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด
ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงดาว

(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ "ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์" ที่ได้จากข้อ 11

สาขาพันธุ์ที่ 2 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด
จะได้ว่า
$$A = \pi \left(\frac{(11)(1.10)^{(9-1)}}{2\pi} \right)^2 \left((56)(1.09)^{(9-1)} - 40 \right)$$

$$= 6,400.49$$

ดังนั้น สาขาพันธุ์ที่ 2 จะได้ปริมาณ 6,400.49 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สาขาพันธุ์ที่ 3 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด
จะได้ว่า
$$A = \pi \left(\frac{(19)(1.02)^{(9-1)}}{2\pi} \right)^2 \left((60)(1.12)^{(9-1)} - 40 \right)$$

$$= 3,843.34$$

ดังนั้น สาขาพันธุ์ที่ 3 จะได้ปริมาณ 3,843.34 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาพประกอบ 117 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด
ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงดาว (ต่อ)

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ "ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์" ที่ได้
จากข้อ 11

จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ $A = \pi \left[\frac{B(C^{n-1})}{2\pi} \right]^2 [D(E^{n-1}) - T]$ จงหาค่าพหุนาม
ปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำนวนหน่วยมากที่สุด เพื่อส่งออกขายพันธุ์ในการปลูก
เงืงโง $\rightarrow n = 9$ ปี , $T = 40$ cm

① ปริมาณสายพันธุ์ที่ 1

$$A = \pi \left[\frac{23(1.13)^8}{2\pi} \right]^2 [52(1.03)^8 - 40]$$

$$A \approx 7697.18011 \text{ cm}^3$$

ดังนั้น ปริมาตรของไม้สักสายพันธุ์ที่ 1/1 ตัน ประมาณ 7,697.18 cm³

ภาพประกอบ 118 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด
ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงจันทร์

(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

② พิจารณาสายพันธุ์ที่ 2

$$A = \pi \left[\frac{16(1.10)^9}{2\pi} \right]^2 [56(1.09)^9 - 90]$$

$$A \approx 6,700.79651$$

ดังนั้น ปริมาตรของไม้สักสายพันธุ์ที่ 2/1 ต้น ประมาณ $6,700.80 \text{ cm}^3$

③ พิจารณาสายพันธุ์ที่ 3

$$A = \pi \left[\frac{18(1.02)^8}{2\pi} \right]^2 [60(1.12)^8 - 90]$$

$$A \approx 3842.36741 \text{ cm}^3$$

ดังนั้น ปริมาตรของไม้สักสายพันธุ์ที่ 3/1 ต้น ประมาณ $3,842.37 \text{ cm}^3$

ภาพประกอบ 119 วิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนด
ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงจันทร์ (ต่อ)

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่แสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้น้อยมาก เขียนอธิบายได้ไม่ละเอียด มีนักเรียนบางคนเขียนคำอธิบายสั้น ๆ นำข้อมูลที่ไม่ผ่านการกำหนดตัวแปรมาแสดงการหาคำตอบ มีเพียงนักเรียนเพียงบางคนที่สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้อง แต่ก็เขียนได้ไม่ละเอียด ไม่ระบุถึงตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ค้นหาคำตอบ และมีนักเรียนเพียงบางคนที่สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ แต่ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ค้นหาคำตอบเป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้องมากขึ้น มีการเขียนที่มีความเป็นระบบระเบียบมากขึ้น อธิบายด้วยข้อความที่เข้าใจได้ง่าย แต่มีเพียงนักเรียนเพียงบางคนที่ยังไม่สามารถแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้อง และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมดยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ แสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้ถูกต้อง มีการเขียนที่มีความเป็นระบบระเบียบ อธิบายด้วยข้อความที่เข้าใจได้ง่าย จนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

(2) นักเรียนเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 4 กิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับเงินเดือนเมื่อลาออกในกรณีที่ทำงาน 10 ปี สำหรับแต่ละบริษัทเป็นดังนี้ บริษัทที่ 1 จะได้รับเงิน 740,255.41 บาท บริษัทที่ 2 จะได้รับเงิน 737,566.55 บาท บริษัทที่ 3 จะได้รับเงิน 820,011.312 บาท และสำหรับเงินเดือนเมื่อลาออกในกรณีที่ทำงาน 20 ปี สำหรับแต่ละบริษัทเป็นดังนี้ บริษัทที่ 1 จะได้รับเงิน 1,460,905.34 บาท บริษัทที่ 2 จะได้รับเงิน 1,122,444.51 บาท บริษัทที่ 3 จะได้รับเงิน 1,428,654.21 บาท ดังนั้น ถ้าทำงาน 10 ปี แล้วลาออก ควรเลือกทำงานบริษัทที่ 3 แต่ถ้าจะทำงาน 20 ปี แล้วลาออก ควรเลือกบริษัทที่ 1 ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้น้อย เป็นการสรุปด้วยข้อความสั้น ๆ ไม่มีการเขียนรายละเอียดเพิ่มเติม มีเพียงแค่นักเรียนส่วนน้อยที่เขียนสรุปด้วยข้อความที่ละเอียด สำหรับนักเรียนเป้าหมาย อาทิตย์เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ด้วยข้อความที่เข้าใจง่าย มีรายละเอียดของผลตอบแทนการทำงานของแต่ละบริษัท มีการสรุปบริษัทที่ควรสมัครเข้าทำงาน ส่วนห้องฟ้าสรุปเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ด้วยข้อความที่เข้าใจง่าย มีความเป็นระเบียบ มีรายละเอียดของผลตอบแทนการทำงานของแต่ละบริษัท แต่ไม่ได้สรุปสรุปบริษัทที่ควรสมัครเข้าทำงาน ดังภาพประกอบที่ 120 – 121

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ANS	ในการจะทำงาน 10 ปี	ในการจะทำงาน 20 ปี
	บริษัทที่ 1 740,255.41 บาท	1,460,905.34 บาท
	บริษัทที่ 2 737,566.55 บาท	922,444.50 บาท
	บริษัทที่ 3 820,011.312 บาท	1,428,654.20 บาท
	ดังนั้น 10 ปีให้เลือกบริษัทที่ 3	
	20 ปีให้เลือกบริษัทที่ 1	

ภาพประกอบ 120 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 4 ของอาทิตย์

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ –

ข้อที่ 1.	เมื่อทำงานครบ 10 ปี	ได้เงิน 740,145.4 บาท
	— “ — 20 ปี	ได้เงิน 1,310,905.3 บาท
ข้อที่ 2.	เมื่อทำงานครบ 10 ปี	ได้เงิน 637,566.5 บาท
	— “ — 20 ปี	ได้เงิน 922,444.5 บาท
ข้อที่ 3.	เมื่อทำงานครบ 10 ปี	ได้เงิน 820,011.3 บาท
	— “ — 20 ปี	ได้เงิน 1,178,654.2 บาท

ภาพประกอบ 121 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 4 ของห้องฟ้า

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 7 กิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการบรรจุสารสกัดลงแคปซูล ถ้าใช้แคปซูลชนิดที่ 1 จะบรรจุลงกระปุกได้ จำนวน 31 กระปุก ถ้าใช้แคปซูลชนิดที่ 2 จะบรรจุลงกระปุกได้ จำนวน 32 กระปุก ถ้าใช้แคปซูลชนิดที่ 3 จะบรรจุลงกระปุกได้ จำนวน 30 กระปุก ดังนั้น แคปซูลผงสารสกัดที่สามารถบรรจุลงกระปุกละ 30 เม็ด ถ้าใช้แคปซูลชนิดที่ 2 จะได้จำนวนกระปุกมากที่สุด นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น มีการเขียนรายละเอียดเพิ่มเติมที่มากขึ้น สำหรับนักเรียนเป้าหมาย อาทิ เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ด้วยความที่เข้าใจง่าย มีรายละเอียดของการสรุปคำตอบของจำนวนกระปุกของแคปซูลแต่ละชนิด และมีการสรุปชนิดของแคปซูลที่สามารถบรรจุลงกระปุกได้มากที่สุด ส่วนห้องฟ้ามีรายละเอียดของการสรุปคำตอบของจำนวนกระปุกของแคปซูลแต่ละชนิด แต่ไม่มีการสรุปชนิดของแคปซูลที่สามารถบรรจุลงกระปุกได้มากที่สุด ดังภาพประกอบที่ 122 – 123

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

Ans. **ผลการบรรจุสารสกัดลงในแคปซูล จาก 3 ชนิด จะได้ว่า**

ชนิดที่ 1	บรรจุไว้ที่	31 กระปุก
ชนิดที่ 2	บรรจุไว้ที่	32 กระปุก
ชนิดที่ 3	บรรจุไว้ที่	30 กระปุก

ดังนั้น ควรเลือกบรรจุชนิดชนิดที่ 2 ซึ่งมากที่สุด

ภาพประกอบ 122 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 7 ของอาทิตย์

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

แคปซูลชนิดที่ 1	สามารถนำสารสกัด บรรจุไว้ที่	31.6 กระปุก
แคปซูลชนิดที่ 2	สามารถนำสารสกัด บรรจุไว้ที่	32.96 กระปุก
แคปซูลชนิดที่ 3	สามารถนำสารสกัด บรรจุไว้ที่	31.02 กระปุก

ภาพประกอบ 123 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 7 ของห้องฟ้า

สำหรับในช่วงท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 10 กิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการปลูกต้นไม้สักแต่ละสายพันธุ์ จะมีปริมาณของแต่ละสายพันธุ์ดังนี้ ถ้าเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ 1 จะได้ปริมาณ 7,697.1801 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ 1 ต้น ถ้าเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ 2 จะได้ปริมาณ 6700.7905 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ 1 ต้น ถ้าเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ 3 จะได้ปริมาณ 3,842.3674 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ 1 ต้น ดังนั้น ไม้สักสายพันธุ์ที่ 1 จะมีปริมาณมากที่สุดในการตัดจำหน่าย ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น มีการเขียน

รายละเอียดเพิ่มเติมที่มากขึ้น มีความเป็นระเบียบ สำหรับนักเรียนเป้าหมาย อาทิตย์และห้องฟ้า เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ด้วยข้อความที่เข้าใจง่าย มีรายละเอียดของการสรุปคำตอบของปริมาตรของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ และมีการสายพันธุ์ของไม้สักที่มีปริมาตรมากที่สุด ดังภาพประกอบที่ 124 – 125

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการคำนวณการเก็บเศษของต้นสัก และ ปริมาณเนื้อไม้ จะได้ว่า

สายพันธุ์ที่ 1 จะได้ปริมาณเนื้อไม้ 7697.1801 cm^3

สายพันธุ์ที่ 2 จะได้ปริมาณเนื้อไม้ 6700.7905 cm^3

สายพันธุ์ที่ 3 จะได้ปริมาณเนื้อไม้ 3842.3674 cm^3

ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับแล้ว ควรปลูกต้นสักสายพันธุ์ที่ 1 เพราะมีปริมาณเนื้อไม้เยอะสุด

ภาพประกอบ 124 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 10 ของอาทิตย์

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปริมาตรของ 3 สายพันธุ์ จากการปลูกโดยใช้เวลา 1 ปี ได้ผลดังนี้

ไม้สักสายพันธุ์ที่ 1 ได้ปริมาตร 7697.18 ลูกบาศก์เซนติเมตร / 1 ต้น

ไม้สักสายพันธุ์ที่ 2 ได้ปริมาตร 6700.79 ลูกบาศก์เซนติเมตร / 1 ต้น

ไม้สักสายพันธุ์ที่ 3 ได้ปริมาตร 3842.367 ลูกบาศก์เซนติเมตร / 1 ต้น

ดังนั้นไม้สักสายพันธุ์ที่ 1 จะมี ปริมาตรมากที่สุด

ภาพประกอบ 125 การเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ในคาบเรียนที่ 10 ของห้องฟ้า

สรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้น้อย เป็นการสรุปด้วยข้อความสั้น ๆ ไม่มีการเขียน

รายละเอียดเพิ่มเติม มีเพียงแค่นักเรียนส่วนน้อยที่เขียนสรุปด้วยข้อความที่ละเอียด อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น มีการเขียนรายละเอียดเพิ่มเติมที่มากขึ้น และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมด ยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ สามารถเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ มีการเขียนรายละเอียดเพิ่มเติมและมีความเป็นระเบียบ จนกระทั่งสิ้นสุดการเรียนการสอน

2.4 พฤติกรรมด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้พิจารณาการ แสดงออกของนักเรียนในการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของ คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้กับข้อมูลจริง การแปลความหมายออกมาเป็นคำตอบของ สถานการณ์จริง และการบรรยายหรืออธิบายคำตอบของสถานการณ์จริง

ผลจากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัว แบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ด้านแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง 1 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ครบถ้วนมากขึ้น

(1) นักเรียนแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ครบถ้วนมากขึ้น

สำหรับในช่วงแรกของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 4 กิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง ควรแปลดังนี้ จะให้ คำแนะนำว่าถ้าจะทำงาน 10 ปี ควรสมัครเข้าทำงานที่บริษัทที่ 3 เพราะได้รับเงินเมื่อลาออก 820,011.312 บาท ซึ่งมากกว่าบริษัทที่ 1 79,755.902 บาท และมากกว่าบริษัทที่ 2 82,444.762 บาท สำหรับถ้าจะทำงาน 20 ปี ควรสมัครเข้าทำงานบริษัทที่ 1 เพราะจะได้รับเงินเมื่อลาออก 1,460,905.34 บาท ซึ่งมากกว่าบริษัทที่ 2 338,460.83 บาท และมากกว่าบริษัทที่ 3 32,251.13 บาท ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้องน้อยมาก (ตัดสินใจเลือกบริษัทในการเข้าทำงานได้ถูกต้อง) ไม่มีการเขียนอย่างละเอียด (แต่ไม่มีการเปรียบเทียบให้เห็นถึงคำตอบแทนที่แตกต่างกันในการเลือกสมัครเข้าทำงานของแต่ละบริษัท) มีบางส่วนเขียนอธิบายถึงการแนะนำการสมัครเข้าทำงาน สำหรับนักเรียน

เป้าหมาย แสงจันทร์และห้องฟ้ามีการเขียนอธิบายถึงการแนะนำการสมัครเข้าทำงาน แต่ไม่มีการเขียนเปรียบเทียบผลตอบแทนของแต่ละบริษัท ดังภาพประกอบที่ 126 – 127

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

แพะหว่า ถ้าทำงาน 10 ปี ในทำงานที่บริษัท 3 และถ้าทำงาน 20 ปี ในทำงานที่บริษัท 1 เพราะเมื่อเวลาผ่านไปจะได้รับเงินมากที่สุด

ภาพประกอบ 126 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง
ในคาบเรียนที่ 4 ของแสงจันทร์

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

ถ้าทำงาน 10 ปี ควรเข้าทำงาน กับ บริษัทที่ 3
ถ้าทำงาน 20 ปี ควรเข้าทำงาน กับ บริษัทที่ 1

ภาพประกอบ 127 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง
ในคาบเรียนที่ 4 ของห้องฟ้า

สำหรับในช่วงที่ 2 ของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 7 กิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง ควรแปลดังนี้ เจ้าของโรงงานต้องการผลิตอาหารเสริม จะต้องเลือกแคปซูลผงสารสกัดที่สามารถบรรจุลงกระปุกละ 30 เม็ด คือ แคปซูลชนิดที่ 2 เพราะจะได้จำนวนกระปุกมากที่สุดคือ จำนวน 32 กระปุก ซึ่งมากกว่า แคปซูลชนิดที่ 1 จำนวน 1 กระปุก และมากกว่าแคปซูลชนิดที่ 3 จำนวน 2 กระปุกซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น (ตัดสินใจเลือกชนิดของแคปซูลในการบรรจุลงกระปุกได้ถูกต้อง) มีการเขียนเปรียบเทียบอย่างละเอียด (เขียนเปรียบเทียบจำนวนกระปุกของแคปซูลที่บรรจุแคปซูลแต่ละชนิด) สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์และห้องฟ้ามีการเขียนอธิบายถึงการแนะนำการชนิดของแคปซูลในการบรรจุลงกระปุก และมีการเขียนเปรียบเทียบจำนวนกระปุกของแคปซูลที่บรรจุแคปซูลแต่ละชนิด ดังภาพประกอบที่ 128 – 129

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

จากกราฟกำหนด การเลือกใช้แคปซูลชนิดที่ 2 ในกาบบรรจุผงกระปุกละ 30 เม็ด
เพราะจะได้จำนวนกระปุกที่มากที่สุด คือ 32 กระปุก ซึ่งมากกว่าแคปซูลชนิด
ที่ 1 อยู่ 1 กระปุก และมากกว่าชนิดที่ 3 อยู่ 2 กระปุก

ภาพประกอบ 128 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงในคาบ
เรียนที่ 7 ของแสงจันทร์

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

แคปซูล ชนิดที่ 2 เป็น แคปซูลที่ สามารถนำไปบรรจุลง กระปุก แล้วได้ปริมาณ
กระปุกแคปซูลมากที่สุด เท่ากับ 32.96 กระปุก ซึ่งมากกว่าแคปซูลชนิดที่ 1
1.96 กระปุก และมากกว่า แคปซูลชนิดที่ 3 1.94 กระปุก

ภาพประกอบ 129 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงในคาบ
เรียนที่ 7 ของห้องฟ้า

สำหรับในช่วงสุดท้ายของการเรียนการสอน คาบเรียนที่ 10 กิจกรรม “ต้นไม้
เศรษฐกิจ” การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง ควรแปลดังนี้
ถ้าต้องการปลูกไม้สักเป็นระยะเวลา 9 ปี แล้วจึงตัดไม้สักจำหน่าย โดยในการตัดไม้สักจำหน่าย
จะต้องตัดไม้จากส่วนบนสุดของต้นลงมา 15 เซนติเมตร และส่วนล่างสุดของต้น 25 เซนติเมตร
จะเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ 1 จะมีปริมาตรของไม้สักต่อ 1 ต้นมากที่สุดคือ 7,697.1801
ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าสายพันธุ์ที่ 2 996.3896 ลูกบาศก์เซนติเมตร และมากกว่าสาย
พันธุ์ที่ 3 3,854.8127 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งนักเรียนเกือบทั้งหมดสามารถแปลข้อสรุปในทาง
คณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น (ตัดสินใจเลือกพันธุ์ไม้สักที่มี
ปริมาตรมากที่สุดได้ถูกต้อง) มีการเขียนเปรียบเทียบอย่างละเอียด (เขียนเปรียบเทียบปริมาตรของ
ไม้สักแต่ละสายพันธุ์) และมีการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม สำหรับนักเรียนเป้าหมาย แสงจันทร์
และห้องฟ้ามีการเขียนอธิบายถึงการแนะนำการเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ให้ปริมาตรมากที่สุด
และมีการเขียนเปรียบเทียบปริมาตรของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ ดังภาพประกอบที่ 130 – 131

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

จากคำตอบข้างต้น ควรเลือกปลูกสายพันธุ์ที่ 1 ถ้าต่อพรปลูกไม้สัก 4 ปี แล้วจึงตัด
จำหน่าย ซึ่งเมื่อตัดตามเงื่อนไขแล้ว (ตัดจากส่วนบหลวงมา 15 cm และ ส่วนล่างสุดของต้น
25 cm) จะได้ปริมาตรไม้สัก / 1 ต้น มากที่สุด คือ $7,697.18 \text{ cm}^3$ ซึ่งมากกว่าสายพันธุ์ที่ 2
ประมาณ 996.38 cm^3 และมากกว่าสายพันธุ์ที่ 3 ประมาณ $3,854.81 \text{ cm}^3$

ภาพประกอบ 130 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง
ในคาบเรียนที่ 10 ของแสงจันทร์

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”
ในการปลูกไม้สักโดยใช้เวลา 4 ปี แล้วมีการตัดเพื่อจำหน่าย ควรเลือกปลูก
สายพันธุ์ที่ 1 ให้มากที่สุดมากที่สุด คือสายพันธุ์ที่ 1 ได้ปริมาตร $7,697.18$ ลูกบาศก์ -
เซนติเมตรต่อ 1 ต้น ซึ่งมากกว่าสายพันธุ์ที่ 2 และ 3 เท่ากับ 996.38 ลูกบาศก์ -
เซนติเมตร และ $3,854.81$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ

ภาพประกอบ 131 การแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง
ในคาบเรียนที่ 10 ของห้องฟ้า

สรุปได้ว่า ในการเรียนการสอนช่วงแรก นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแปลข้อสรุป
ในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้องน้อยมาก ไม่มีการเขียนอย่าง
ละเอียดในแง่ของการเปรียบเทียบและการอธิบายเพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม ในช่วงที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่
สามารถแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้องมากขึ้น
มีการเขียนเปรียบเทียบอย่างละเอียด และช่วงท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนเกือบทั้งหมด
ยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านั้น คือ แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์
จริงได้ มีการเขียนเปรียบเทียบอย่างละเอียดและมีการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม จนกระทั่ง
สิ้นสุดการเรียนการสอน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กำหนดประชากร และเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนบางกะปิ จังหวัด กรุงเทพมหานคร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 6 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 20 คน โดยนักเรียนแต่ละห้องเรียนเป็นนักเรียนที่คะแนนความสามารถ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางกะปิ จังหวัด กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 20 คน โดยใช้การสุ่มอย่างง่ายจากทั้งหมดจำนวน 6 ห้องเรียน ในกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้แบ่งนักเรียนออกเป็นนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยพิจารณาจากคะแนนดิบของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 หลังจากนั้นเลือกนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง 1 คน นักเรียนที่มีระดับคะแนนปานกลาง 2 คน และนักเรียนที่มีระดับคะแนนต่ำ 1 คน เพื่อใช้เป็นนักเรียนเป้าหมาย (target student) ในการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ขณะลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาสถานการณ์จริง และสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนในแต่ละครั้ง

2. การกำหนดกรอบแนวคิดของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้าง ความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 100 นาที โดยมีจุดมุ่งหมายหลักคือ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ในกิจกรรมการเรียนรู้นี้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง (real world situation) ที่หลากหลายโดยใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวน เข้ามามีส่วนร่วมช่วยร่วมกับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง (learning by doing) อีกทั้งได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) ลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม (group problem solving) ซึ่งในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 4 คน แบบละความสามารถ กล่าวคือ มีนักเรียนที่มีระดับคะแนนสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน โดยนักเรียนแต่ละคนจะต้องมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงของกลุ่ม นำเสนอผลการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ทั้งของตนเองและของกลุ่ม ตลอดจนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อในชั้นเรียน

3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน ซึ่งในแต่ละแผนประกอบไปด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ รวมไปถึงการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้เวลาแผนละ 100 นาทีในการดำเนินการ (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น (3) แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ขณะลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริง และ (4) แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อสอบถามนักเรียนเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของแต่ละคน โดยใช้หลังสิ้นสุดคาบเรียนในแต่ละครั้ง

หลังจากที่สร้างเครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความชัดเจนของข้อคำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน หลังจากนั้นนำเครื่องมือไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 (ต้นเทอม) โรงเรียนบางกะปิ จังหวัด กรุงเทพมหานคร แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขเครื่องมืออีกครั้งก่อนนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ท้ายเทอม)

4. เก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบหลังการทดลอง (One-Group Posttest-Only Design) ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลองทั้งหมดจำนวน 14 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที โดยแบ่งเป็นเวลาสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จำนวน 12 คาบเรียน และเวลาสำหรับการทดสอบหลังเรียนจำนวน 2 คาบเรียน ผู้วิจัยดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยใช้เวลานานเกินจากเวลาเรียนปกติ ในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนและผู้สังเกตการณ์ โดยมีครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางกะปิ จำนวน 2 ท่าน ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยวิจัย บันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมายและสมาชิกในกลุ่มขณะลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาสถานการณ์จริง

เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

5. วิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยนำคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วคำนวณหาจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม จากนั้นผู้วิจัยทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการ

แก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้การทดสอบทวินาม)

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้พิจารณาจากงานเขียนของนักเรียน ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ววิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในด้านดังต่อไปนี้ (1) ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (2) ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ และ (4) ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง พร้อมคำอธิบายของนักเรียนทั้งชั้นเรียนและนักเรียนเป้าหมายจำนวน 4 คน

สรุปและอภิปรายผล

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ศิริชชรินทร์ ยศสวรินทร์ (2559, น. 87 - 89) ได้ทำการวิจัยเรื่อง กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์มีความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้สร้างตามแนวคิดของ กิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนได้เรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ได้ฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์

สถานการณ์จริง และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับฟังก์ชันและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เกินชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นอกจากนั้นนักเรียนยังได้มีส่วนร่วมในการเรียนแบบร่วมมือ ใช้ขั้นตอนวิธีของการสืบสวนสอบสวนในการหาข้อมูลหรือตัวแปรที่นำไปสู่การหาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ รวมถึงรับผิดชอบในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงทั้งของตนเองและของกลุ่ม และนำเสนอผลการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ทั้งของตนเองและของกลุ่ม ตลอดจนมีส่วนร่วมในการอภิปรายผลการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

2. พฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอน ผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย และผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหามathematics และ การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริงได้ถูกต้องพร้อมทั้งอธิบายได้ชัดเจนขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ผลจากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนเริ่มให้ความสำคัญกับการทำความเข้าใจสถานการณ์จริงมากขึ้น โดยนักเรียนให้เวลามากขึ้นในการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง แสดงร่องรอยการขีดเขียนมากขึ้นในขณะทำความเข้าใจสถานการณ์จริง เขียนตัวอย่างที่สับสนเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น เขียนปัจจัยที่มีร่วมกันของตัวอย่างที่สับสนได้มากขึ้น เชื่อมโยงตัวอย่างสถานการณ์จริงที่สับสนกับสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้มากขึ้น เขียนสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการได้มากขึ้น เขียนข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงได้มากขึ้น เขียนตารางข้อมูลสำคัญของสถานการณ์จริงได้มากขึ้น เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของสถานการณ์จริงได้มากขึ้น เขียนอธิบายแนวคิดการหาคำตอบของสถานการณ์จริงได้มากขึ้น และเขียนความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงได้มากขึ้น

ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผลจากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยนข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริงได้มากขึ้น และนักเรียนเขียนตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและเงื่อนไขในสถานการณ์จริงกับตัวไม่ทราบค่าได้มากขึ้น

ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ผลจากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนแสดงวิธีการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ตนเองกำหนดได้มากขึ้น และเขียนข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่สนับสนุนให้นักเรียนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง แล้วเขียนคำอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ ไม่ได้มุ่งเน้นการหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการเรียนรู้และมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และเขียนคำอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมมากขึ้น พร้อมทั้งเขียนคำอธิบายกระบวนการในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบได้มากขึ้นเช่นกัน

ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

ผลจากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ พบว่า เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

สถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้มากขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ทั้ง 4 ด้านพบว่าเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้นทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านได้ถูกต้อง พร้อมทั้งอธิบายได้ชัดเจนขึ้น สอดคล้องกับ กรีเฟรด (Greefrath, 2015, p. 173 - 183) ที่ได้กล่าวว่า การที่นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงของตนเองโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหานั้น เป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลให้ให้นักเรียนสามารถบูรณาการคณิตศาสตร์เข้าไปในชีวิตของตนเองได้ง่ายขึ้น สามารถทำความเข้าใจและแก้ปัญหาเหล่าได้ดีกว่าการที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือแก้ปัญหา อีกทั้งตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างชีวิตจริงของนักเรียนที่มักมีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เสมอ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนได้ตระหนักถึงคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน

เนื่องจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กำหนดให้การแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในห้าของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องได้รับการเรียนรู้ การฝึกฝน เพื่อให้เกิดการพัฒนาขึ้นเป็นทักษะของนักเรียนที่ติดตัว ซึ่งการจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนั้นครูอาจนำไปจัดกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนในทุก ๆ ระดับชั้น นำไปประยุกต์ใช้กับคาบเรียนปกติ สำหรับสถานการณ์จริงที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรเป็นสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ มีความท้าทาย สามารถพบเจอได้ทั้งในชีวิตจริงและในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญและสร้างเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ในการนำสิ่งเหล่านี้ไปช่วยแก้ปัญหาในชีวิตจริง ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยอาจมีขั้นตอนที่แตกต่างไป ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับบริบท สภาพแวดล้อม รวมถึงระดับความรู้ของนักเรียน เพื่อที่จะเสริมสร้างให้นักเรียนแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ อีกทั้งครูควรมีการวางแผนแนวทางการจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีระดับคะแนนอ่อน ครูอาจปรับ

ลดความซับซ้อนและความยากของสถานการณ์ปัญหา และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดตามมากขึ้น เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้ทัดเทียมกับนักเรียนกลุ่มที่มีระดับคะแนนสูงและปานกลาง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง ซึ่งเน้นการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นยุทธวิธีในการแก้ปัญหา สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป อาจปรับเปลี่ยนกระบวนการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ ไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงของนักเรียน หรือใช้พยากรณ์ทำนาย ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น ปรับเปลี่ยนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เช่น ศึกษากับนักเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น นิสิตนักศึกษาหรือครูคณิตศาสตร์ หรืออาจปรับเปลี่ยนเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา เช่น เรขาคณิต หรือเนื้อหาวิชาอื่น ๆ หรือนำผลการวิจัยไปต่อยอดในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนหลักสูตรฐานสมรรถนะ รวมถึงอาจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถและพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียน

บรรณานุกรม

- Ang Keng Cheng. (2009). *Mathematical Modelling in Secondary & Junior College Classroom*. Singapore: Pearson Education South Asia.
- Ayla Arseven. (2015). Mathematical Modelling Approach in Mathematics Education. *Universal Journal of Educational Research*, 3(12), 973-980.
- Bakhtiar S. Varaki. (2006). Math Modeling in Educational Research: An Approach to Methodological Fallacies. *Australian Journal of Teacher Education*, 31(2), 29-35.
- BALAKRISHNAN, G., Peng, Y. Y., & Eng, E. G. L. (2010). Word Problems and Modelling in Primary School Mathematics. In B. Kaur & J. Dindyal *MATHEMATICAL APPLICATIONS AND MODELLING Yearbook 2010* (13 pp. 351). Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Banerjee, S. (2014). *MATHEMATICAL MODELING - Models, Analysis and Applications*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC.
- Bleiler-Baxter, S. K., Barlow, A. T., & Stephens, D. C. (2016). Moving beyond Context: Challenges in Modeling Instruction C. R. Hirsch & A. R. McDuffie *Mathematical Modeling and Modeling Mathematics* (5 pp. 296). United States of America: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Bliss, K. M., Fowler, K. R., & Galluzzo, B. J. (2014). *Math Modeling - getting started & getting solutions* (1st ed.). Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).
- Blum, & Leiß. (2018). Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9>
- Bock, D. D., Veracx, N., & Dooren, W. V. (2015). *HOW STUDENTS CONNECT MATHEMATICAL MODELS TO DESCRIPTIONS OF REAL-WORLD SITUATIONS?* Retrieved from www.nottingham.ac.uk/ICTMA17
- Bora, A., & Ahmed, S. (2019). Mathematical Modeling: An Important Tool for Mathematics Teaching. *IJRAR*, 6(2), 252-256.
- Brown, J. P. (2011). Mathematical Modelling in Teacher Education – Overview G. Kaiser,

- R. B. Ferri, W. Blum, & G. Stillman *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (25 pp. 711). New York: Springer Science+Business Media B.V. 2011.
- Buhrman, D. (2017). *THE DESIGN AND ENACTMENT OF MODELING TASKS: A STUDY ON THE DEVELOPMENT OF MODELING ABILITIES IN A SECONDARY MATHEMATICS COURSE*. (Doctoral dissertation). University of Nebraska, Lincoln.
- Cahyono, A. N., Sukestiyarno, Y. L., Asikin, M., Miftahudin, Ahsan, M. G. K., & Ludwig, M. (2020). LEARNING MATHEMATICAL MODELLING WITH AUGMENTED REALITY MOBILE MATH TRAILS PROGRAM: HOW CAN IT WORK? *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 181-192.
- Carreira, S., Amado, N., & Lecoq, F. (2011). Mathematical Modelling of Daily Life in Adult Education: Focusing on the Notion of Knowledge (Vol. 1, pp. 199-209).
- Catherine Muthuri. (2009). Mathematical Models (pp. 231-241).
- Charles, R., Lester, F., & O'Daffer, P. (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. Reston, Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Cirillo, M., Pelesko, J. A., Felton-Koestler, M. D., & Rubel, L. (2016). Perspectives on Modeling in School Mathematics C. R. Hirsch & A. R. McDuffie *Mathematical Modeling and Modeling Mathematics* (pp. 296). United States of America: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Dindyal, J. (2010). Word Problems and Modelling in Primary School Mathematics. In B. Kaur & J. Dindyal *MATHEMATICAL APPLICATIONS AND MODELLING Yearbook 2010* (6 pp. 351). Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Dossey, J. A. (1996). *Modeling with Function*. In *Mathematics, Pedagogy, and Secondary Teacher Education*. Portsmouth: NH: Heinemann.
- English, C. (1999). Modelling for the New Millennium C. Hoyles, C. Morgan, & G. Woodhouse *Rethinking the Mathematics Curriculum* (pp. 118-129). London: Psychology Press.
- Ferri, R. B. (2018). Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9>

- Fulton, E. W., Wickstrom, M. H., Carlson, M. A., & Burroughs, E. A. (2019). Teachers as Learners: Engaging Communities of Learners in Mathematical Modelling Through Professional Development G. A. Stillman & J. P. Brown *Lines of Inquiry in Mathematical Modelling Research in Education* (7 pp. 264). Switzerland: The registered company Springer Nature Switzerland AG.
- Galbraith, P. (2013). Students and Real World Applications: Still a Challenging Mix. *International Community for the Teaching of Mathematical Modelling and Applications*, 36(1), 314-321.
- Galbraith, P., Stillman, G. A., & Brown, J. P. (2017). The Primacy of 'Noticing': A Key to Successful Modelling G. A. Stillman, W. Blum, & G. Kaiser *Mathematical Modelling and Applications Crossing and Researching Boundaries in Mathematics Education* (7 pp. 620). Switzerland: Springer International Publishing AG 2017.
- Giordano, F. R., Fox, W. P., & Horton, S. B. (2014). *A First Course in Mathematical Modeling* (5th ed.). Boston: Richard Stratton.
- Gómez-Chacón, I. M., & Fuente, C. D. I. (2019). Exploring Teacher's Epistemic Beliefs and Emotions in Inquiry-Based Teaching of Mathematics S. A. Chamberlin & B. Sriraman *Affect in Mathematical Modeling* (6 pp. 325). Switzerland: Springer Nature Switzerland AG 2019.
- Greefrath, G. (2011). Mathematical Modelling of Daily Life in Adult Education: Focusing on the Notion of Knowledge G. Kaiser, R. B. Ferri, W. Blum, & G. Stillman *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (30 pp. 711). New York: Springer Science+Business Media B.V.
- Greefrath, G. (2015). Problem Solving Methods for Mathematical Modelling G. A. Stillman, W. Blum, & M. S. Biembengut *Mathematical Modelling in Education Research and Practice Cultural, Social and Cognitive Influences* (13 pp. 596). Switzerland: Springer International Publishing Switzerland 2015.
- Greefrath, G., & Vorhölter, K. (2016). *Teaching and Learning Mathematical Modelling Approaches and Developments from German Speaking Countries*. Switzerland: Springer Nature.

- Güder, Y., & Gürbüz, R. (2017). Teaching Concepts through Interdisciplinary Modeling Problem: Energy Conservation Problem. *İlköğretim Online*, 16(3), 1101-1119.
- Hernandez-Martinez, P., & Vos, P. (2015). "WHY DO I HAVE TO LEARN THIS?" AN EXPLORATION OF 'RELEVANCE' IN MATHEMATICAL MODELLING EDUCATION. Retrieved from www.nottingham.ac.uk/ICTMA17
- Hernández, M., Levy, R., Felton-Koestler, M., & Zbiek, R. M. (2017). Mathematical Modeling in the High School Curriculum. *The Mathematics Teacher*, 110, 336.
- Hodgson, T. (1995). Secondary Mathematics Modeling : Issues and Challenges. *School Science and Mathematics.*, pp. 351 - 358.
- Kennedy, L. M. (1984). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. Belmont California: Wadsworth Inc.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1987). *Problem Solving: A Handbook for Teacher* (n. ed Ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Kapur, R. (2020). Providing Solutions to Problems and Challenges taking place in Educational Institutions and Employment Settings.
- Leavitt, D. R., & Ahn, C. M. (2013). A Middle Grade Teacher's Guide to Model Eliciting Activities R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (30 pp. 634). New York: Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Maaß, J., O'Meara, N., Johnson, P., & O'Donoghue, J. (2018). *Mathematical Modelling for Teachers A Practical Guide to Applicable Mathematics Education*. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG 2018.
- Maki, D., & Kerr, D. R. J. (1979). *Mathematical Models to Provide Applications in the Classroom. In Applications in School Mathematics 1979 Yearbook*. Reston, Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Mason, J., & Davis, J. (1991). *Modelling with mathematics in primary and secondary schools*. Australia: Deakin University Press: Geelong, Vic.
- Mumcu, H. Y. (2016). Using Mathematics, Mathematical Applications, Mathematical Modelling, and Mathematical Literacy: A Theoretical Study. *Journal of Education*

and Practice, 7(36), 80 - 96.

National Council of Teacher of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.

Niss, M. (2013). Modeling a Crucial Aspect of Students' Mathematical Modeling R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (4 pp. 634). New York: Springer Science+Business Media Dordrecht.

Ok-Ki Kang, J. N. (2012). TEACHING MATHEMATICAL MODELING IN SCHOOL MATHEMATICS. *International Congress on Mathematical Education*, 12(8 July – 15 July), 1-16.

Paola Ramirez. (2018). Teachers' beliefs about mathematical modelling: An exploratory study. *CERME*, 10, 971-979.

Peter Frejd. (2014). *Modes of Mathematical modelling - An analysis of how modelling is used and interpreted in and out of school settings* (1st ed.). Linköping: LiU-Tryck, Linköping.

Pollak, H., & Garfunkel, S. (2014). A View of Mathematical Modeling in Mathematics Education B. Dickman & A. Sanfratello *Proceedings - CONFERENCE ON MATHEMATICAL MODELING* (pp. 10). New York: the Program in Mathematics and Education Teachers College Columbia University.

Rungfa Janjaruporn. (2005). *The Development of problem-solving instructional program to develop preservice teachers' competence in solving mathematical problems and their beliefs related to problem solving*. (Doctor Degree). Srinakharinwirot University, Bangkok. (Srinakharinwirot University).

Sefa Dunder. (2012). Mathematical Modelling at a Glance: A Theoretical Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 3465-3470.

Stender, P., Krosanke, N., & Kaiser, G. (2017). Scaffolding Complex Modelling Processes: An In-Depth Study G. A. Stillman, W. Blum, & G. Kaiser *Mathematical Modelling and Applications Crossing and Researching Boundaries in Mathematics Education* (39 pp. 620). Switzerland: Springer International Publishing AG.

- Stillman, G., Brown, J., & Galbraith, P. (2013). Modeling a Crucial Aspect of Students' Mathematical Modeling R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (33 pp. 634). New York: Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Suh, J. M., & Seshaiyer, P. (2017). *Modeling Mathematical Ideas - Developing Strategic Competence in Elementary and Middle School*. United States of America: Rowman & Littlefield.
- Swetz, F., & Hartzler, J. S. (1991). *Mathematical Modeling in the Secondary School Curriculum: A Resource Guide of Classroom Exercises*: National Council of Teachers of Mathematics.
- Teague, D., Godbold, L., Malkevitch, J., & Kooij, H. v. d. (2016). MATHEMATICAL MODELING IN HIGH SCHOOL: GRADES 9 THROUGH 12 S. Garfunkel & M. Montgomery *GUIDELINES FOR ASSESSMENT & INSTRUCTION IN MATHEMATICAL MODELING EDUCATION* (3 pp. 220). United States of America: Consortium for Mathematics and Its Applications COMAP, Inc. Society for Industrial and Applied Mathematics SIAM.
- Tekin-Dede, A., & Bukova-Güzel, E. (2018). A Rubric Development Study for the Assessment of Modeling Skills. *The Mathematics Educator*, 27(2), 33-72.
- Viseu, F., Martins, P. M., & Leite, L. (2020). PROSPECTIVE PRIMARY SCHOOL TEACHERS' ACTIVITIES WHEN DEALING WITH MATHEMATICS MODELLING TASKS. *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 301-308.
- Wilson, J. W., Fernandez, M. L., & Hadaway, N. (1993). *Mathematical Problem Solving. In Research Ideas for the Classroom : High School Mathematics*. Wisom P. S. New York: Macmillan Publish Company.
- Yin, H. S. (2015). LEARNING THROUGH "DESIGNING A TENT" M. Niss, L. P. Yee, & J. Kilpatrick *MATHEMATICAL MODELLING From Theory to Practice* (14 pp. 254). Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Zawojewski, J. (2013). Problem Solving Versus Modeling R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*

- (20 pp. 634). New York: Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Zbiek, R. M. (2016). Supporting Teachers' Development as Modelers and Teachers of Modelers C. R. Hirsch & A. R. McDuffie *Mathematical Modeling and Modeling Mathematics* (24 pp. 296). United States of America: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Zeytun, A. S., Cetinkaya, B., & Erbas, A. K. (2017). Understanding Prospective Teachers' Mathematical Modeling Processes in the Context of a Mathematical Modeling Course. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(3), 691-722.
- กนกวรรณ วุฒินันต์. (2553). การกำหนดตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ขวัญ เพี้ยชัย. (2560). การศึกษาความสามารถในการเรียนวิชาแคลคูลัส เรื่อง โจทย์ประยุกต์ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด โดยการจัดกิจกรรมการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของนิสิตระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 8(2), 368-378.
- จิรศักดิ์ ดีสะเมาะ. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตประจำวันสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี. (ปริญญาานิพนธ์ดุขฎิบัณทิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ชญาภา ไจโปร่ง. (2554). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณทิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ชนันทร เข้มสุข. (2560). การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมทดลองสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณทิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด : ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชานนท์ จันทรา. (2554). ประมวลสาระชุดวิชา การจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 9 - 15. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

- ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต (Doctoral dissertation)). (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต (Doctoral dissertation), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก <https://cuir.car.chula.ac.th/bitstream/123456789/50774/1/5584241627.pdf>
- ทรงชัย อักษรคิด. (2555). การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ *Mathematical Problem Solving and Problem Posing*. กรุงเทพฯ: บริษัท วิสด้า อินเทอร์เน็ต จำกัด.
- ทิตินา แคมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชพล พลรัตน์. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์จริง เรื่อง การประยุกต์ของแคลคูลัสสำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- รัชพล พลรัตน์, รุ่งฟ้า จันทร์จารุภรณ์, พิศุทธวรรณ ศรีภิรมย์ สิรินิลกุล, Veridian, E. J., Silpakorn, U., Social, S., . . . Social, S. (2019). การศึกษาสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์จริง เรื่องการประยุกต์ของแคลคูลัส ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (The Status of Mathematics Instruction Related to Apply a Mathematical Model to Solve Real World Problems on Applications of Calculus for Enrichment Science Classroom Students in Upper Secondary Level.). *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts); Vol 12 No 5 (2019): Humanities, Social Sciences, and Arts (September – October 2019)*.
- ธีรเชษฐี เรืองสุขอนันต์. (2561). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ธีรพล พากเพียรกิจ. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดโมเดลเมฆอดและการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

- ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- นิตดาวรรณ ทองไทย. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนขนาดเล็ก. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ปิยะนาถ เหมวิเศษ. (2551). การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พรพิศ ศรีชาคำ. (2548). กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545, แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553, & แก้ไขเพิ่มเติมฉบับที่ 4 พ.ศ. 2562. (2562, 14 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา (เล่ม 116 ตอนที่ 74ก น.1-26).
- พัชราภรณ์ ฟิลาสมบัติ. (2559). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบและการเรียนรู้เชิงสถานการณ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำวิจัยของนักศึกษาครู. (ปริญญาณิพนธ์ดุขฎิบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ลิขสิทธิ์ พุฒเขียว. (2554). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางไกลเพื่อส่งเสริมการสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาทางไกล สถาบันการศึกษาทางไกล. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วราพร ทองจีน. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับแนวคิดการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบ 360 องศา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเขียนภาษาอังกฤษเชิงโต้แย้งของนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญาดุขฎิบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วีรพล เทพบรรหาร. (2560). ผลการใช้ตัวแทนทางความคิดและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ร่วมกับแนวคิดการสอนแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

- ศศิธร จันทมฤก. (2554). การพัฒนารูปแบบการเรียนสอนตามแนวคิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ และวัฏจักรการสืบสอบหาความรู้เพื่อเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ของเด็กอนุบาล. (ปริญญา นิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ศิริชชรินทร์ ยศสวรินทร์. (2559). กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญา นิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ศิรดา กันอ่ำ. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นประเด็นปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญา นิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต (Master's thesis)). (ปริญญา นิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต (Master's thesis), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ). สืบค้นจาก <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/70007>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สรคม ดิสสะมาน. (2557). การพัฒนารูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้แบบสืบสอบเสมือนเพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการอ่านเชิงวิชาการของนิสิตปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (ปริญญา นิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุพัตรา จันทรโฆษิต. (2552). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญา นิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุรสาธิต ผาสุข. (2546). การศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญา นิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

อิสริยา ปรมัตถากร. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

อุทุมพร ชื่นวิญญา. (2554). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ผสมผสานรูปแบบ *INFOhio DIALOGUE* และกระบวนการการเรียนรู้แบบสืบสอบ เพื่อเสริมสร้างการรู้สารสนเทศของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (2554)







ภาคผนวก ก

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การหาคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย (1) กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (3) แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และ (4) แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความชัดเจนของข้อความ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของกิจกรรมการเรียนการสอนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อความ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

คะแนน +1	หมายถึง	สามารถนำไปใช้ได้
คะแนน 0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่
คะแนน -1	หมายถึง	ไม่สามารถนำไปใช้ได้

1.2 คำนวณค่า IOC ของแต่ละกิจกรรมและแบบทดสอบ แล้วเลือกกิจกรรมและแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยใช้สูตรการคำนวณ IOC คือ (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 14-54 - 14-55)

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

เมื่อ	IOC	คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

แผนที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้

ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	สามารถนำไปใช้ได้

2. วิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นรายชื่อ

โดยใช้ดัชนีความยากง่าย (difficulty index: p) และดัชนีอำนาจจำแนก (discrimination index: D หรือ r) ของแบบทดสอบ ซึ่งดำเนินการโดยการนำแบบทดสอบที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนกลุ่ม นำร่องมาคำนวณค่าดัชนีความยากง่ายและค่าดัชนีอำนาจจำแนก แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนี ความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และมีค่าดัชนีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 4 ข้อ โดยใช้สูตรการคำนวณ คือ (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 14-56 - 14-57)

ดัชนีความยากง่าย

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

เมื่อ	p	คือ	ดัชนีความยากง่าย
	S_u	คือ	ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มสูง
	S_l	คือ	ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มต่ำ
	N	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มสูง
	X_{\max}	คือ	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
และ	X_{\min}	คือ	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

ดัชนีอำนาจจำแนก

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

เมื่อ	r	คือ	ดัชนีอำนาจจำแนก
	S_u	คือ	ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มสูง
	S_l	คือ	ผลรวมของคะแนนนักเรียนในกลุ่มต่ำ
	N	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มสูง
	X_{\max}	คือ	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
และ	X_{\min}	คือ	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

ตาราง 9 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ข้อที่	p	r
1	0.50	0.83
2	0.50	0.80
3	0.48	0.89
4	0.48	0.87

3. วิเคราะห์หาความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งสูตรการคำนวณ คือ (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 14-57)

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

เมื่อ α คือ สัมประสิทธิ์ค่าความเชื่อมั่น
 k คือ จำนวนข้อในแบบทดสอบ
 S_i^2 คือ ความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละข้อ
 S^2 คือ ความแปรปรวนของข้อมูลทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ คำนวณโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) เท่ากับ 0.85



ภาคผนวก ข

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย และการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

ตาราง 10 คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้าง
ความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

คนที่	คะแนนไปกิจกรรมรายบุคคล (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)			คะแนน แบบทดสอบ (คะแนนเต็ม 40)	คะแนนรวม (คะแนนเต็ม 100)
	ครั้งที่ 1 (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	ครั้งที่ 2 (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	ครั้งที่ 3 (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)		
1	11.67	15.33	16.67	36.00	79.67
2	12.33	19.67	16.33	37.67	86.00
3	12.33	16.33	17.33	33.50	79.50
4	13.00	17.67	17.33	33.67	81.67
5	13.33	18.00	16.00	34.83	82.17
6	12.33	16.00	14.67	28.67	71.67
7	12.67	17.67	18.67	36.33	85.33
8	12.67	15.33	15.33	29.17	72.50
9	13.00	15.67	14.67	31.50	74.83
10	12.67	13.33	14.00	26.83	66.83
11	14.33	14.33	16.00	33.67	78.33
12	12.00	14.33	16.00	33.67	76.00
13	13.00	15.33	16.67	32.33	77.33
14	13.33	17.00	19.33	35.00	84.67
15	12.33	14.00	14.67	29.33	70.33
16	12.33	14.67	15.67	30.83	73.50
17	13.00	16.33	18.00	35.67	83.00
18	14.00	17.00	17.33	33.33	81.67
19	12.67	17.00	16.33	34.67	80.67
20	12.00	14.67	15.00	29.67	71.33

การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สูงกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้สถิติทดสอบทวินาม (binomial test) ดังนี้

กำหนดให้ x แทน จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนมากกว่า 60 คะแนน

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

ดังนั้น $x = 20$ และ $n = 20$

1. สมมติฐานของการทดสอบ คือ

$$H_0: p \leq 0.6$$

$$H_1: p > 0.6$$

2. ตัวสถิติทดสอบคือ $\Pr(X \geq 20)$ เมื่อ $p = 0.60$

3. ขอบเขตวิกฤติของการทดสอบ คือ ปฏิเสธ H_0 ถ้า $\Pr(X \geq 20)$ เมื่อ $p = 0.60$ $< \alpha$ เมื่อ $\alpha = 0.01$

4. ฟังก์ชันความน่าจะเป็น (Probability function) ของตัวแปรสุ่ม x ที่มีการแจกแจงทวินาม คือ

$$f(x) = \begin{cases} \binom{20}{x} (0.6)^x (1 - 0.6)^{n-x} & \text{เมื่อ } x = 20 \\ 0 & \end{cases}$$

จะได้ว่า $\Pr(X \geq 20)$ เมื่อ $p = 0.60$ = 0.000

เนื่องจาก $0.000 < 0.01$ เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01



ภาคผนวก ค
ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หัวข้อเรื่อง กิจกรรม “แพ็กเกจท่องเที่ยว” ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 เวลา 100 นาที

การจัดการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก คือ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการสืบสวนสอบสวนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนได้เริ่มลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริง (real world situation) ที่กำหนด ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ปัญหาสถานการณ์จริงที่ใช้ในคาบเรียนนี้ได้แก่ สถานการณ์จริง “แพ็กเกจท่องเที่ยว” ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ครอบครัวของมานฟ้าและครอบครัวของท่านตะวันตกต้องการเลือกบริษัทในการไปท่องเที่ยวประเทศญี่ปุ่นที่เสียค่าใช้จ่ายต่อคนในการไปท่องเที่ยววันน้อยที่สุด โดยมีบริษัท 3 บริษัท และแพ็กเกจท่องเที่ยวประเทศญี่ปุ่นของแต่ละบริษัทมีค่าแพ็กเกจเริ่มต้น ค่าประกันอุบัติเหตุ และโปรโมชั่นพิเศษที่มีความแตกต่างกัน

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.1.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา กระบวนการสืบสวนสอบสวนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1.2 คำนวณจำนวนเงินค่าใช้จ่ายต่อคนในการไปท่องเที่ยวประเทศญี่ปุ่นของแต่ละบริษัทได้

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.2.1 (เริ่ม) ลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด (กิจกรรม “แพ็กเกจท่องเที่ยว”) ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกลุ่ม

1.2.2 สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของกลุ่ม หน้าชั้นเรียนได้

1.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.3.1 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกลุ่ม
- 1.3.2 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายของกลุ่ม
- 1.3.3 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

2. สารการเรียนรู้

2.1 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการใช้ชีวิตของมนุษย์ สิ่งที่จะต้องพบเจอคือปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตของตนเอง ซึ่งมนุษย์แต่ละคนต้องพบเจอปัญหาที่แตกต่างกัน แต่สิ่งที่มนุษย์จะต้องทำทุกคนและปฏิบัติอยู่เสมอ ๆ คือ การที่จะต้องแก้ปัญหาที่ตนเองได้เผชิญ อาทิ ปัญหาการเดินทางไปสถานที่ต่าง ๆ ปัญหาการขนส่งสินค้า ปัญหาการศึกษา ปัญหาสุขภาพ ปัญหาการซื้อขายสินค้า หรือปัญหาการลงทุน เป็นต้น สำหรับปัญหาที่บางคนคุ้นเคย ก็สามารถหาทางออก หาวิธีแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว แต่สำหรับปัญหาที่ยุ่งยาก มีความซับซ้อนทำให้ไม่สามารถแก้ได้ทันที ทำให้มนุษย์นั้นจำเป็นต้อง วิเคราะห์ พิจารณา ในการที่จะนำความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงทักษะและกระบวนการต่าง ๆ อีกทั้งรวมถึง เทคนิควิธีหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้ามีความรู้หรือแหล่งความรู้ที่เพียงพอ สามารถนำสิ่งเหล่านี้มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับปัญหาที่ตนเองพบเจอ หรือใช้ประสบการณ์ที่เคยมีอยู่แต่เดิมในการมาช่วยพิจารณาและแก้ไขปัญหา ก็จะสามารถหาทางออกหรือแนวทางการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical problem solving) เป็นส่วนสำคัญที่จะต้องมิตัดตัวนักเรียน นักเรียนต้องได้รับการเรียน การฝึกฝน เพราะจะช่วยให้นักเรียน มีแนวทางการคิดที่แตกต่างไปจากเดิม มีความสร้างสรรค์ในความคิด มีความพยายามที่จะแก้ไขสิ่งที่เป็นปัญหาเมื่อตนเองเผชิญ สามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้กับบริบทสภาพแวดล้อมของตนเองได้ รวมไปถึงจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเอง เป็นบุคคลที่มีศักยภาพในการที่จะไปแข่งขันกับประชาคมโลกได้

2.2 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ทำความเข้าใจปัญหา

เมื่อเริ่ม นักเรียนจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับปัญหา และคิดว่าสิ่งที่ต้องการค้นหาคืออะไร จากนั้นทำความเข้าใจแล้วแสดงส่วนสำคัญ นั่นคือ ข้อมูลและเงื่อนไข หรือตัวแปรที่ไม่สามารถ

ทราบค่าได้ ซึ่งการพิจารณามองถึงปัญหาอย่างไตร่ตรองเพื่อให้เกิดความเข้าใจนั้น นักเรียนควรที่จะพิจารณาอย่างรอบครอบ คิดไตร่ตรองเข้าไปข้างหน้า ใช้วิธีการคิดที่หลากหลาย เพื่อที่จะทำให้เข้าใจถึงปัญหาอย่างชัดเจน เช่น การแสดงสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองด้วยการเขียน การเขียนแผนภูมิ การเขียนรูป เป็นต้น

2) วางแผนแก้ปัญหา

หลังจากที่นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาแล้ว จะต้องหาความความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของข้อมูล รวมไปถึงตัวไม่รู้ค่า เพื่อพิจารณาร่วมกับประสบการณ์ที่มีในการแก้ปัญหา แล้วกำหนดแผนการที่จะใช้แก้ปัญหา และสุดท้ายคือพิจารณาตัดสินใจนำเอายุทธวิธีที่ตนเองคิดว่ามีประสิทธิภาพที่สุด อันจะนำไปสู่การใช้แก้ปัญหา

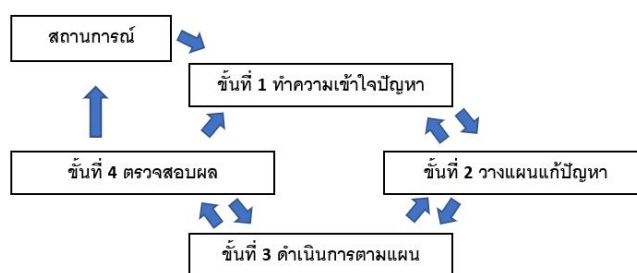
3) ดำเนินการตามแผน

เมื่อนักเรียนวางแผนแก้ปัญหาแล้วจะต้องลงมือทำตามแผนที่ได้ตั้งไว้ เริ่มแรกโดยการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน คำนวณรายละเอียดต่าง ๆ เพิ่มเติมให้แผนที่ตั้งมีความชัดเจน แล้วลงมือ อันจะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบ แต่ถ้าแผนการของนักเรียนนั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้ นักเรียนต้องหาแนวทาง แผนการหรือยุทธวิธีอื่น ๆ ในการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ถือเป็นสิ่งดีในการพัฒนาผู้แก้ปัญหา

4) ตรวจสอบผล

หลังจากนักเรียนได้คำตอบให้คิดกลับไปยังคำตอบที่ได้หรือมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่ได้มาเริ่มแรกโดยจะต้องพิจารณาถึงหลักการ ความถูกต้อง ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม ความสมเหตุสมผล และการนำไปใช้ของคำตอบ รวมถึงวิธีการ ขั้นตอน กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่ใช้ จากนั้นจึงพิจารณาเพิ่มถึงสิ่งอื่น ๆ ที่เป็นบทสรุปที่เป็นไปได้

กระบวนการแก้ปัญหของโพลยาจากวิธีการดังกล่าว ได้ถูกนำมาปรับประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย พบเจออยู่ทั้งในตำราต่าง ๆ แบบฝึกหัด หนังสือเรียนที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา แต่นักการศึกษาส่วนใหญ่เห็นตรงกันถึงการจำเป็นต้องปฏิบัติตามลำดับแต่ละขั้นตอน ต้องไล่จากขั้นตอนที่หนึ่งไปยังขั้นตอนที่สี่เสมอ เริ่มที่ขั้นตอนใดแล้วจะย้อนกลับไม่ได้ ดังนั้นกระบวนการนี้จึงกลายเป็นกระบวนการที่เน้นการได้คำตอบมากกว่าการพิจารณา การคิดในการแก้ปัญหา ต่อมาวิลสันและคณะ จึงได้เสนอแนะกรอบแนวคิดสำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงสิ่งที่เป็นพลวัต โดยสามารถวนไปเวียนมาได้ และมีลำดับไม่ตายตัว ดังแผนภูมิ



ภาพประกอบที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหาของวิลสันและคณะ

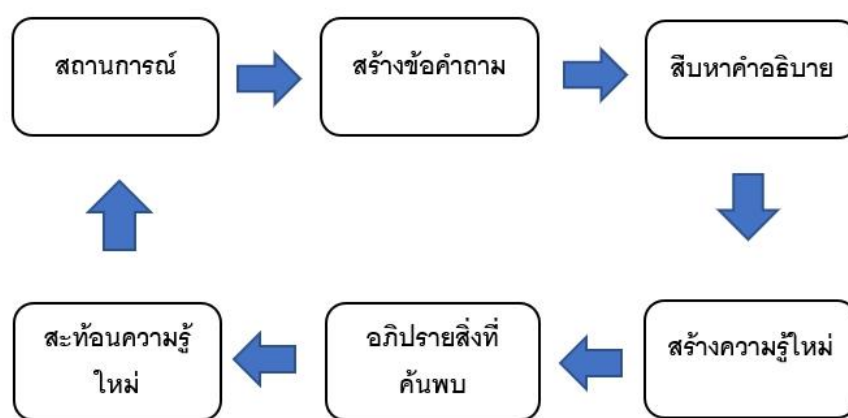
เราสามารถอธิบายแผนภูมิข้างต้นได้ดังนี้

เมื่อเผชิญสิ่งที่เป็นปัญหาโดยสิ่งนั้นอาจเป็นสถานการณ์ เริ่มแรกนักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน จากนั้นพิจารณาถึงแนวทาง แผนการที่จะใช้แก้ปัญหา รวมถึงกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม แล้วดำเนินการตามแนวทางที่เลือกหรือแผนที่จะใช้ เพื่อแก้ปัญหา จนสามารถหาคำตอบได้ ทำยี่ที่สุดได้ตรงตรงความถูกต้อง ความเป็นไปได้ของบทสรุปที่สามารถหามาได้ รวมถึงการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนสำหรับยุทธวิธีที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในรูปจะมีทิศทาง การแสดงการตัดสินใจหรือการไตร่ตรองที่จะเลื่อนการกระทำจากขั้นตอนใด ๆ ไปสู่อีกขั้นตอน บางครั้งจำเป็นต้องมองย้อนกลับไปขั้นตอนที่แล้วเมื่อเกิดข้อสงสัยหรือปัญหา เช่น ถ้านักเรียนแก้ปัญหาขั้นทำความเข้าใจปัญหา แล้วเข้าใจอย่างชัดเจน ก็เลื่อนสิ่งที่จะต้องปฏิบัติต่อปรากฏการณ์นั้นเข้าไปยังขั้นตอนต่อไปคือขั้นวางแผนแก้ปัญหา ถ้าเกิดติดขัดจนไม่สามารถดำเนินการได้ ก็สามารถย้อนไปยังขั้นของวางแผน หรือขั้นของทำความเข้าใจปัญหาก็กได้ เนื่องจากขั้นตอนแนวทาง หรือวิธีการนี้ สามารถพอเจอและใช้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในชีวิตจริงได้ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้ที่แก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป ซึ่งกระบวนการนี้ถูกเรียกว่ากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

2.3 กระบวนการสืบสวนสอบสวน

กระบวนการในสืบสวนสอบสวน คือกระบวนการที่เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่สนใจ นักเรียนจะต้อง คิดโดยอาจต้องพิจารณาถึงปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือปรากฏการณ์ที่พบเจอแล้วเป็นปัญหา จากนั้นสร้างข้อคำถามกับตัวเอง อาทิ เหตุการณ์แบบนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร มีปัจจัยใดบ้างที่เป็นสาเหตุ มีสิ่งใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร แต่ละสิ่งในปรากฏการณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นต้น ลักษณะข้อสงสัยของนักเรียนควรจะสามารถหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ อาจมีได้หลายหลายไม่จำกัด หรือบางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องมีคำตอบ เมื่อได้ข้อสงสัย นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อสืบหาคำอธิบายจากข้อสงสัยหรือข้อ

คำถามของตนเอง อาจทำการศึกษาโดยใช้วิธีการทดลอง สัมภาษณ์ สังเกต เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ ใช้วิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของข้อคำถามของตนเอง สิ่งที่ได้จากข้อสรุปเหล่านี้จะถูกเรียกว่า ความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องนำเอาสิ่งเหล่านี้ไปอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนนักเรียน หรือครูผู้สอน ในความเป็นไปได้ ความสมเหตุสมผล ความเหมาะสม ความถูกต้อง เพื่อสะท้อนออกมาให้ได้ซึ่งความรู้ใหม่ โดยความรู้ตรงนี้จะเป็นตัวที่ช่วยตอบคำถามของปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือตอบข้อสงสัยปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาที่พบเจอ สามารถแสดงกระบวนการสืบสวนสอบสวนได้ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 กระบวนการสืบสวนสอบสวนของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.4 กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (problem solving process by mathematical model) ซึ่งดัดแปลงมาจากกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ (Wilson and others) กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของจีโอตาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน (Frank R. Giordano, William P. Fox, Steven B. Horton) และกระบวนการสืบสวนสอบสวนของสถาบันการศึกษานิติศาสตร์และเทคโนโลยี

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะประกอบไปด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริงโดยในขั้นนี้จะใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนเข้ามาช่วยในการสืบค้น ค้นหาและสรุปตัวแปรที่เกี่ยวข้องของสถานการณ์จริง (2) ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) ขั้นการ

ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ (4) ^๕เปลี่ยนแปลงความหมายของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบที่ 3 กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบข้างต้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (Understanding a real world situation)

ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับสถานการณ์จริง พิจารณาวิเคราะห์ เพื่อที่จะระบุรายละเอียดที่สำคัญต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงโดยใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนเข้ามาช่วยในการสืบค้นสถานการณ์จริงเพิ่มเติม เชื่อมโยงสิ่งที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่เผชิญ ค้นหาสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง เขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญ ข้อดีข้อเสีย อธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง รวมถึงพิจารณาความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องที่จะช่วยในการแก้ปัญหา ในการที่จะทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ต้องใช้มุมมองที่เปิดกว้างเพื่อที่จะทำให้เกิดแนวทางทำความเข้าใจที่มากขึ้น อาจใช้ภาษาตนในการสรุปความเข้าใจ มีการปรับเปลี่ยนวิธีการคิด พิจารณาจากบริบทต่าง ๆ ที่อยู่โดยรอบ ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นคำตอบเพียง

อย่างเดียว แต่ควรที่จะมุ่งค้นหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจที่สามารถสร้างข้อสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์
(Applying the real world situation to the mathematical problem)

ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง แล้วนำมาพิจารณาเพื่อวิเคราะห์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้อง อาจจะใช้ร่วมกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่แต่เดิม หลังจากนั้นปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” ให้อยู่ในรูปของ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (Mathematical model) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” เหล่านั้น เพื่อที่จะนำไปสู่ข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
(Adapting and applying a mathematical model to solve the mathematical problem)

ขั้นการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการ ในการที่ใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ที่ได้จากการที่นักเรียนระบุตัวไม่ทราบค่า ที่เกิดจากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ในขั้นตอนก่อนหน้า จนกระทั่งสามารถหาและเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง
(Interpreting the answer to real world situation)

ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ หรือสิ่งที่ต้องคาดการณ์ พยากรณ์ รวมทั้งทำนาย เพื่อที่จะแสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ แล้วจึงแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับฟังก์ชันเชิงเส้น

ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = ax + b$ เมื่อกำหนดให้ a, b เป็นจำนวนจริง โดยที่ $a \neq 0$ ซึ่งจะมีกราฟเป็นลักษณะเส้นตรง เช่น

$f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = 3x + 2\}$ เป็นฟังก์ชันเชิงเส้น เพราะสมการของฟังก์ชัน f อยู่ในรูป $y = ax + b$ โดยที่ $a = 3$ และ $b = 2$

ฟังก์ชัน $y = ax + b$ เมื่อ $a = 0$ จะได้ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = b$ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า ฟังก์ชันคงตัว (constant function) กราฟของฟังก์ชันคงตัวจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงที่ขนานกับแกน x และลักษณะของกราฟของฟังก์ชันเชิงเส้นจะเป็นเส้นตรงเสมอ

3. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบความรู้ เรื่อง “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการสืบสวนสอบสวน”

3.2 ใบกิจกรรม เรื่อง “แพ็คเกจท่องเที่ยว”

3.3 ผลเฉลย เรื่อง “แพ็คเกจท่องเที่ยว” (สำหรับครูเท่านั้น)

3.4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก สำหรับกิจกรรม “แพ็คเกจท่องเที่ยว” (สำหรับครูเท่านั้น)

3.5 แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์(สำหรับครูเท่านั้น)

3.6 ใบตรวจสอบความรู้ เรื่อง “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการสืบสวนสอบสวน”

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ขั้นนำ

ในขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 10 นาที ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง กระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการอธิบาย “ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ดังรายละเอียดในสาระการเรียนรู้ หัวข้อ 2.1

4.1.2 เพื่อที่จะให้นักเรียนได้เห็นถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชัดเจนยิ่งขึ้นครูตั้งคำถามเพื่อที่จะให้นักเรียนได้ตอบ ซึ่งจะมีประเด็นคำถาม ดังนี้

(1) ถ้าในการเลือกซื้อแพ็คเกจท่องเที่ยวจากบริษัทท่องเที่ยวที่มีรายการส่งเสริมการขาย (Promotion) 2 แบบ ได้แก่ “แบบซื้อ 1 แถม 1” และ “แบบลดราคา 50%”

นักเรียนจะเลือกซื้อแพ็คเกจท่องเที่ยวที่มีรายการส่งเสริมการขายแบบใด จึงจะประหยัดที่สุด เพราะเหตุใด

(นักเรียนควรตอบว่า เลือกแบบลดราคา 50% จะประหยัดที่สุด เพราะไม่
ว่าจะซื้อแพ็คเกจท่องเที่ยวเป็นจำนวนคู่หรือจำนวนคี่แพ็คเกจ จะจ่ายเงินน้อยกว่าหรือเท่ากับการ
เลือกแบบซื้อ 1 แถม 1)

(2) ร้านขนมไข่มุก 2 แห่งมีรายการส่งเสริมการขายแตกต่างกัน ได้แก่
“ร้านที่ 1 มา 4 จ่าย 3” และ “ร้านที่ 2 มา 5 จ่าย 4” ซึ่งทั้งสองร้านมีราคาชาไข่มุกต่อแก้วเท่ากัน ถ้า
นักเรียนต้องการเลี้ยงวันเกิดของตนเอง โดยต้องการซื้อชาไข่มุกแบ่งเพื่อน ๆ จำนวน 20 แก้ว
นักเรียนควรจะเลือกซื้อชาไข่มุกที่ร้านใดที่จะประหยัดที่สุด

(นักเรียนควรตอบว่า เลือกซื้อขนมไข่มุก “ร้านที่ 1 มา 4 จ่าย 3” จะ
ประหยัดที่สุดเพราะว่า ถ้าเลือกซื้อขนมไข่มุกจากร้านที่ 1 จะได้รับส่วนลด 25% ในขณะที่ ถ้าซื้อ
ขนมไข่มุกจากร้านที่ 2 จะได้รับส่วนลด 20% ดังนั้น รายการส่งเสริมการขายของร้านขนมไข่มุก
ร้านที่ 1 จะได้รับส่วนลดมากกว่า ร้านที่ 2)

เป็นต้น

4.1.3 เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน ครูสรุปคำตอบที่ถูกต้องและ
ข้อคิดเห็นของแต่ละข้อคำถามอีกครั้ง

4.2 ขั้นสอน

ในส่วนของขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 80 นาที โดยจะมีรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 ครูแบ่งกลุ่มให้กับนักเรียน โดยครูจะแบ่งนักเรียนออกเป็น กลุ่มละ 4 คน
โดยที่ในแต่ละกลุ่ม นักเรียนในกลุ่มจะมีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (สูง 1 คน
ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน)

4.2.2 ครูชี้แจงแนวปฏิบัติในชั้นเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงเป็นกลุ่ม ซึ่ง
ได้แก่

- (1) วิธีการ/แนวทางที่จะดำเนินการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด
- (2) วิธีการ/แนวทางที่จะดำเนินการเขียนสรุป อธิบาย และอภิปรายถึง
กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์จริงที่ครูได้กำหนดให้
- (3) วิธีการ/แนวทางในการที่จะเขียนแสดงผลเฉลยในใบกิจกรรม

(4) การนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน โดยครูจะต้องเน้นย้ำเสมอว่า “ทุกคนในกลุ่มจะต้องเข้าใจผลเฉลยของกลุ่มและสามารถอธิบายได้” เมื่อครูชี้แจงเสร็จเสร็จครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม ถ้านักเรียนคนใดมีข้อสงสัย (ถ้ามี)

4.2.3 ครูแจกใบความรู้ เรื่อง “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการสืบสวนสอบสวน” ให้นักเรียนแต่ละคน พร้อมทั้งอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการสืบสวนสอบสวนดังรายละเอียดในสาระการเรียนรู้ หัวข้อ 2.2 2.3 และ 2.4 โดยเน้นย้ำ “ขั้นตอนต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด”

4.2.4 เพื่อให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น และกระบวนการสืบสวนสอบสวนครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง “แพ็กเกจท่องเที่ยว” ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วนำเสนอสถานการณ์จริง “แพ็กเกจท่องเที่ยว” คอยกระตุ้น ให้คำแนะนำ เพื่อที่จะทำให้นักเรียนนั้นต้องการที่จะแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนดผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2.5 เพื่อให้นักเรียนมีข้อมูลเพิ่มเติมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับ สถานการณ์จริง “แพ็กเกจท่องเที่ยว” ครูนำพาให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนในการหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมด้วยตนเอง และอาจใช้ข้อคำถามเพื่อกระตุ้นการสืบค้นของนักเรียน ดังนี้

(1) ในชีวิตจริงของนักเรียนมีตัวอย่างแพ็กเกจท่องเที่ยวอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า แพ็กเกจท่องเที่ยวภายในประเทศ เช่น แพ็กเกจท่องเที่ยวจังหวัดเชียงใหม่ แพ็กเกจท่องเที่ยวจังหวัดน่าน เป็นต้น แพ็กเกจท่องเที่ยวประเทศอื่น ๆ เช่น แพ็กเกจท่องเที่ยวประเทศสิงคโปร์ แพ็กเกจท่องเที่ยวประเทศเวียดนาม เป็นต้น)

(2) แพ็กเกจท่องเที่ยวที่นักเรียนสืบค้นส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายอย่างไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ค่าแพ็กเกจ ค่าประกันอุบัติเหตุ ไปรษณีย์ขนส่งราคาพิเศษ ค่ามัดจำ สถานที่พัก ค่าบริการเสริมต่าง ๆ เป็นต้น)

(3) หากพิจารณาเทียบกับสถานการณ์จริงจากใบกิจกรรมที่ครูแจก นักเรียนคิดว่ามีค่าใช้จ่ายใดที่เหมือนกันบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ค่าแพ็คเกจ ค่าประกันอุบัติเหตุ โพรโมชันลดราคา พิเศษ)

เป็นต้น

4.2.6 เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเริ่มด้วยขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ครูให้นักเรียนได้พิจารณาในการที่จะทำความเข้าใจถึงสถานการณ์จริงที่ได้กำหนดมา จากนั้นครูตั้งข้อคำถามเพื่อที่จะดูความคิดเห็นของนักเรียน เช่น

(1) สถานการณ์จริงนี้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร

(นักเรียนควรตอบว่า การเลือกแพ็คเกจท่องเที่ยวประเทศญี่ปุ่นจากบริษัทท่องเที่ยวของครอบครัวม่านฟ้าและทานตะวัน)

(2) ในสถานการณ์จริง มีบริษัท มาให้เลือกกี่บริษัท

(นักเรียนควรตอบว่า บริษัทมีให้เลือก 3 บริษัท ได้แก่บริษัท A บริษัท B และบริษัท C)

(3) สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า แพ็คเกจการท่องเที่ยวของบริษัทที่ประหยัดที่สุดในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่น และค่าใช้จ่ายต่อคนของแต่ละครอบครัวที่น้อยที่สุดในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่น)

(4) ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า รายละเอียดของแพ็คเกจการท่องเที่ยวของแต่ละบริษัท จำนวนสมาชิกครอบครัวของม่านฟ้าซึ่งมีจำนวน 5 คน จำนวนสมาชิกครอบครัวของทานตะวันซึ่งมีจำนวน 6 คน และจำนวนวันที่ใช้ในการท่องเที่ยว)

(5) นักเรียนสามารถเขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของแต่ละบริษัทท่องเที่ยวได้หรือไม่ อย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถเขียนตารางแสดงได้ดังนี้)

บริษัทท่องเที่ยว	ราคาแพ็คเกจเริ่มต้น/คน	ค่าประกันอุบัติเหตุ/คน
A	28,000	1,200
B	30,000	900

C	29,000	1,000
---	--------	-------

(6) นักเรียนสามารถเขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแพ็คเกจการท่องเที่ยวของแต่ละบริษัทได้หรือไม่ อย่างไร

นักเรียนควรตอบว่า สามารถเขียนตารางแสดงได้ดังนี้

บริษัท ท่องเที่ยว	ข้อดีของแพ็คเกจ	ข้อเสียของแพ็คเกจ
A	- ราคาแพ็คเกจเริ่มต้นถูกที่สุด - เหมาะสำหรับกลุ่มนักท่องเที่ยวที่มี จำนวนคนท่องเที่ยวเป็นจำนวนคู่ เพราะ โปรโมชั่นพิเศษจะเป็นส่วนลดเพิ่มเติม ให้กับคนที่สอง 5%	- ราคาค่าประกันอุบัติเหตุแพงที่สุด
B	- ราคาค่าประกันอุบัติเหตุถูกที่สุด - เหมาะสำหรับกลุ่มนักท่องเที่ยวที่มี จำนวนคนท่องเที่ยวเป็นพหุคูณของ 3 เพราะโปรโมชั่นพิเศษจะทำให้ไม่เสียค่า ประกันอุบัติเหตุ	- ราคาค่าแพ็คเกจเริ่มต้นแพงที่สุด
C	- เหมาะกับการไปท่องเที่ยวจำนวนคน มาก คือ ตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป เพราะจะได้รับ ลดทุก ๆ คน คนละ 3%	- จำนวนคน 5 คน ที่จะมาซื้อ แพ็คเกจหาได้ค่อนข้างยาก

(7) จากตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของแต่ละบริษัทท่องเที่ยวและตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแพ็คเกจการท่องเที่ยวของแต่ละบริษัท สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า จำนวนสมาชิกของแต่ละครอบครัว และเงื่อนไขและรายละเอียดของแพ็คเกจการท่องเที่ยวที่ทั้งสองครอบครัวใช้ร่วมกันและมีราคาน้อยที่สุด ดังนั้นเพื่อความถูกต้องในการให้คำแนะนำกับเพื่อน จึงควรจะต้องคำนวณเปรียบเทียบเพื่อให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันของแต่ละบริษัท)

(8) ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ ฟังก์ชันเชิงเส้น (กำหนดตัวแปรและแทนค่า))

เป็นต้น

4.2.7 เมื่อนักเรียนเข้าใจสถานการณ์จริงที่กำหนดแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละคนคิด ค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา (ถ้ามี) ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องปรึกษาคนอื่น (ใช้เวลาประมาณ 2 – 3 นาที)

4.2.8 หลังจากได้คิดเป็นรายบุคคลแล้ว ให้นักเรียนนำแนวคิดของตนมาแลกเปลี่ยนกันในกลุ่ม (อาจเริ่มจากแลกเปลี่ยนกัน 2 คนก่อน แล้วทั้งกลุ่ม) จนกระทั่งสามารถ ค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงได้ หลังจากนั้นให้นักเรียนปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” เหล่านั้นให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง และสามารถนำไปใช้ในการค้นหาคำตอบได้

4.2.9 ถ้ามีนักเรียนกลุ่มใดมีข้อสงสัยหรือไม่สามารถปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” และค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ได้ ครูอาจช่วยนักเรียนโดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ซึ่งประเด็นคำถามมีดังนี้

(1) ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญสถานการณ์จริง มีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ค่าใช้จ่ายในการไปท่องเที่ยวประเทศญี่ปุ่นต่อ 1 คน ราคาแพคเกจเริ่มต้นต่อ 1 คน ราคาค่าประกันอุบัติเหตุต่อ 1 คน ส่วนลดพิเศษของแต่ละบริษัท จำนวนคนในครอบครัวของม่านฟ้าและจำนวนคนในครอบครัวของท่านในวันที่เลือกซื้อแพคเกจในการเดินทางไปท่องเที่ยวประเทศญี่ปุ่น)

(2) นักเรียนคิดว่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง ควรปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ได้อย่างไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ควรปรับ

ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คน

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [A]

ราคาแพ็คเกจเริ่มต้นต่อ 1 คน

ให้อยู่ในรูปแบบตัวไม่ทราบค่า [B]

ราคาค่าประกันอุบัติเหตุต่อ 1 คน

ให้อยู่ในรูปแบบตัวไม่ทราบค่า [C]

ส่วนลดพิเศษของแต่ละบริษัท

ให้อยู่ในรูปแบบตัวไม่ทราบค่า [D]

และจำนวนคนที่เลือกซื้อแพ็คเกจในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่น

ให้อยู่ในรูปแบบตัวไม่ทราบค่า [n])

เป็นต้น

4.2.10 ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มกำลังปรับเปลี่ยนตัวแปรที่นักเรียนได้กำหนดขึ้นมาจากขั้นตอนก่อนหน้านี้ ให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องคอยเดินดูการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงของทั้งชั้นเรียน พิจารณาถึงพฤติกรรมต่าง ๆ ในการทำงานที่ครูจะนำไปใช้ประเมินผลของนักเรียนที่เกิดขึ้น

4.2.11 ถ้านักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมดได้ปรับเปลี่ยนตัวแปรของสถานการณ์จริงที่นักเรียนได้กำหนดเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์เรียบร้อยแล้ว ครูจะต้องให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อย่างละเอียด เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้น ครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันเขียนรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมของกลุ่มตนเอง

4.2.12 ถ้านักเรียนทั้งชั้นเรียนได้ข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว ครูให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา แล้วเปรียบเทียบ/ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงก่อน โดยใช้วิธีการตั้งประเด็นคำถามแล้วให้นักเรียนได้ร่วมกันตอบ ซึ่งประเด็นคำถามมีดังนี้

(1) ถ้าเปลี่ยน “ราคาค่าแพ็คเกจเริ่มต้นต่อ 1 คน” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คน ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คนได้ เพียงเปลี่ยนค่าของตัวไม่ทราบค่า [B] แล้วคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คนออกมา)

(2) ถ้าเปลี่ยน “ราคาค่าประกันอุบัติเหตุต่อ 1 คน” เป็น “ราคาค่าประกันอุบัติเหตุต่อ 2 คน” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คน ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า ไม่สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คนได้ เพราะตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เป็นตัวแบบของค่าใช้จ่ายต่อ 1 คน ไม่ใช่ค่าใช้จ่ายต่อ 2 คน)

(3) ถ้าเปลี่ยน “ส่วนลดพิเศษของแต่ละบริษัท” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คน ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คนได้ เพียงเปลี่ยนค่าของตัวไม่ทราบค่า [D] แล้วคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คนออกมา)

(4) ถ้าเปลี่ยน “จำนวนคนที่เลือกซื้อแพ็คเกจในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่น” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คน ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คนได้ เพียงเปลี่ยนค่าของตัวไม่ทราบค่า [n] แล้วคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คนออกมา)

เป็นต้น

4.2.13 หลักจากที่นักเรียนได้ แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลแล้ว ครูให้นักเรียนแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันเขียนรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมของกลุ่มตนเอง

4.2.14 เมื่อนักเรียนทั้งชั้นเรียนได้ข้อสรุปของสถานการณ์จริงแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม” หน้าชั้นเรียน หรือครูอาจสุ่มเลือกนักเรียนบางกลุ่มที่แก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความแตกต่างกัน” (ถ้ามี)

4.2.15 ครูให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนพิจารณาและร่วมกันอภิปราย “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของแต่ละกลุ่ม ซึ่งประเด็นที่ใช้ในการอภิปรายมี ดังนี้

(1) ในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ขั้นตอนใดมีความยุ่งยากซับซ้อนที่สุด เพราะเหตุใด

(2) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหานี้ มีอะไรบ้าง

(3) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของกลุ่มใดมีประสิทธิภาพที่สุดเพราะเหตุใด

(4) ถ้าเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” บางอย่าง แล้ว “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา จะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

(5) การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของกลุ่มใดชัดเจนที่สุด เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.2.16 ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุป “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ประเด็นที่ใช้ในการสรุปมีดังนี้

(1) สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา คืออะไร

(2) ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง มีอะไรบ้าง

(3) แนวคิด/ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงนี้มีอะไรบ้าง

(4) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงนี้ มีอะไรบ้าง

(5) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ใดมีประสิทธิภาพที่สุด เพราะเหตุใด

(6) ถ้าเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” บางอย่าง แล้ว “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง จะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

(7) เราสามารถใช้ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ในการหา “คำตอบของสถานการณ์จริงที่กำหนด” ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.3 ขั้นสรุป

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 10 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน ครูแจกใบตรวจสอบความรู้ เรื่อง “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของตนลงไป โดยคำถามในใบตรวจสอบความรู้ มีดังนี้

(1) กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (devising a plan)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (carrying out the plan)

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (looking back)

(2) กระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง)

(3) จากกระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนใดสำคัญที่สุด เพราะเหตุใด

(นักเรียนควรตอบว่า จากกระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อ ขั้นตอนที่สำคัญที่สุด คือ ขั้นการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงสถานการณ์จริงเข้าสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ

เป็นขั้นตอนที่จะทำให้เราได้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป)

4.3.2 ครูเก็บใบตรวจสอบความรู้ของนักเรียนแต่ละคน เพื่อประเมินผลการเรียนรู้

4.3.3 ครูตั้งคำถามในใบตรวจสอบความรู้ทีละข้อ แล้วสุ่มนักเรียน 2 - 3 คน เพื่อนำเสนอคำตอบในแต่ละข้อ

4.3.4 ครูพิจารณาและตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบแต่ละข้อของนักเรียน พร้อมทั้งสรุปคำตอบแต่ละข้ออีกครั้ง



5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p><u>ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์</u></p> <p>1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p><u>วิธีวัดผล :</u></p> <p>พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบตรวจสอบความรู้ เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจำนวนคำถามที่นักเรียนตอบได้ถูกต้อง</p> <p><u>เครื่องมือวัดผล :</u></p> <p>ใบตรวจสอบความรู้ เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>(มีคำถามทั้งหมด 3 ข้อ)</p>	<p><u>เกณฑ์การให้คะแนน :</u></p> <p>ในแต่ละข้อคำถาม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้อง จะได้ คะแนน 1 คะแนน - ถ้า นักเรียน ตอบไม่ถูกต้อง จะได้ คะแนน 0 คะแนน <p><u>เกณฑ์การประเมินผล :</u></p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 2 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>2. คำนวณ จำนวนเงิน ค่าใช้จ่ายต่อคนในการไปท่องเที่ยวประเทศญี่ปุ่นของแต่ละบริษัทได้</p>	<p>วิธีวัดผล : พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม “แพ็กเกจท่องเที่ยว” และจำนวนคำถามที่นักเรียนตอบได้ถูกต้อง</p> <p>เครื่องมือวัดผล : ใบกิจกรรม “แพ็กเกจท่องเที่ยว” ข้อที่ 12 (มีคำถามจำนวน 1 ข้อ)</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน : ในแต่ละข้อคำถาม - ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้องครบถ้วน จะได้ คะแนน 2 คะแนน - ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน จะได้ คะแนน 1 คะแนน - ถ้า นักเรียน ตอบไม่ถูกต้อง จะได้ คะแนน 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล : ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 1 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>
<p>ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : 1. (เริ่ม) ลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด (กิจกรรม “แพ็กเกจท่องเที่ยว”) ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p>วิธีวัดผล : พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม เรื่อง แพ็กเกจท่องเที่ยว</p> <p>เครื่องมือวัดผล : ใบกิจกรรม เรื่อง แพ็กเกจท่องเที่ยว</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน : ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกแบบวิเคราะห์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ดังตารางแนบ</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล : ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 18 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>2. สื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของกลุ่ม หน้าชั้นเรียนได้</p>	<p>วิธีวัดผล : พิจารณาความถูกต้องและชัดเจน ของการอธิบายและนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>เครื่องมือวัดผล : แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้านักเรียนอธิบายและนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและชัดเจน จะได้ คะแนน 3 คะแนน - ถ้านักเรียน อธิบายและนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>พอสื่อให้เข้าใจได้</u> <u>ครบถ้วน</u> จะได้ คะแนน 2 คะแนน - ถ้านักเรียน อธิบายและนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>พอสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน</u> จะได้ คะแนน 1 คะแนน - ถ้านักเรียน ไม่อธิบายและนำเสนอกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เลย จะได้ คะแนน 0 คะแนน <p>เกณฑ์การประเมินผล : ถ้านักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 1 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ :</p> <p>1. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาเป็นรายกลุ่ม</p> <p>2. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการอภิปรายของกลุ่ม</p> <p>3. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการอภิปรายหน้าชั้นเรียน</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาพฤติกรรมหรือการแสดงออกของนักเรียน ขณะตอบคำถามหรือทำงานที่มอบหมาย โดยมีครูเป็นผู้สังเกตแล้วบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <p>ในแต่ละข้อของแบบสังเกตพฤติกรรม</p> <p>- ถ้า นักเรียน แสดงออกให้เห็น <u>อย่างเด่นชัด</u> จะได้ คะแนน 2 คะแนน</p> <p>- ถ้า นักเรียน แสดงออกให้เห็น <u>เพียงเล็กน้อย</u> จะได้ คะแนน 1 คะแนน</p> <p>- ถ้า นักเรียน <u>ไม่แสดงออกเลย</u> จะได้ คะแนน 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล :</p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 2 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

6.1 ด้านนักเรียน

(ระบุ ความรู้ / ทักษะและกระบวนการ / คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่พบ)

6.2 ด้านผู้สอน

(ระบุ ปัญหาหรือผลการจัดการเรียนรู้ / ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

6.3 ด้านอื่นๆ (ถ้ามี)

กิจกรรม “แพ็คเกจท่องเที่ยว”

ในทุก ๆ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของทุกปี จะเป็นช่วงของการจัดงานการขายแพ็คเกจท่องเที่ยวที่อิมแพคอารีน่า เมืองทองธานี ในงานมีโปรโมชั่นต่าง ๆ น่าสนใจมากมายจากทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งภายในงานได้มีบริษัทท่องเที่ยว 3 แห่งที่ได้รับความนิยมจากคนเป็นจำนวนมาก โดยแต่ละบริษัทเป็นแพ็คเกจท่องเที่ยวที่ประเทศญี่ปุ่น 5 วัน 5 คืนเท่ากัน แต่มีโปรโมชั่นที่แตกต่างกันดังนี้



บริษัท A ราคาแพ็คเกจเริ่มต้นคนละ 28,000 บาท (ราคารวมค่าตั๋วเครื่องบินไป - กลับ พร้อมที่พัก) และค่าประกันอุบัติเหตุคนละ 1,200 บาท ซึ่งยังมี **โปรโมชั่นพิเศษ** สำหรับในงาน คือ “หากซื้อแพ็คเกจครบทุก 2 คนในการซื้อเดียวกัน จะลดค่าแพ็คเกจเริ่มต้นสำหรับคนที่สอง 5%”

บริษัท B ราคาแพ็คเกจเริ่มต้นคนละ 30,000 บาท (ราคารวมค่าตั๋วเครื่องบินไป - กลับ พร้อมที่พัก) และค่าประกันอุบัติเหตุคนละ 900 บาท ซึ่งยังมี **โปรโมชั่นพิเศษ** สำหรับในงาน คือ “หากซื้อแพ็คเกจครบทุก 3 คนในการซื้อเดียวกัน จะฟรีค่าประกันอุบัติเหตุสำหรับ 3 คน”



บริษัท C ราคาแพ็คเกจเริ่มต้นคนละ 29,000 บาท (ราคารวมค่าตั๋วเครื่องบินไป - กลับ พร้อมที่พัก) และค่าประกันอุบัติเหตุคนละ 1,000 บาท ซึ่งยังมี **โปรโมชั่นพิเศษ** สำหรับในงาน คือ “หากซื้อแพ็คเกจตั้งแต่ 5 คนในการซื้อเดียวกัน จะลดราคาแพ็คเกจเริ่มต้นทุกคน คนละ 3%”

ในวันหยุดที่ผ่านมา ม่านฟ้าและทานตะวันได้ไปเดินชมงานท่องเที่ยวนี้กับครอบครัว ซึ่งครอบครัวม่านฟ้า มีจำนวนสมาชิก 5 คน และครอบครัวทานตะวันมีจำนวนสมาชิก 6 คน โดยครอบครัวทั้ง 2 ต้องการจะไปเที่ยวประเทศญี่ปุ่น แต่ม่านฟ้าและทานตะวันไม่สามารถตัดสินใจได้ว่า จะเลือกบริษัทใดที่จะเสียค่าใช้จ่ายต่อคนน้อยที่สุด จึงมาปรึกษานักเรียน นักเรียนจะให้คำตอบม่านฟ้าและทานตะวันในการเลือกบริษัทท่องเที่ยวได้อย่างไร

รหัส ชื่อ งานกลุ่ม งานเดี่ยว

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแล้วตอบคำถามข้อที่ 1 – 2

1. ตัวอย่างแพ็คเกจท่องเที่ยวในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
2. แพ็คเกจท่องเที่ยวที่นักเรียนสืบค้นส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายอย่างไรบ้าง

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในใบกิจกรรมแล้วตอบคำถามข้อที่ 3 - 14

3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้น และสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม มีค่าใช้จ่ายใดที่เหมือนกันบ้าง
4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญ
ของแต่ละบริษัทที่เกี่ยวข้อง

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแพ็คเกจการท่องเที่ยวของแต่ละบริษัท

บริษัท ท่องเที่ยว	ข้อดีของแพ็คเกจ	ข้อเสียของแพ็คเกจ
A		
B		
C		

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 – 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

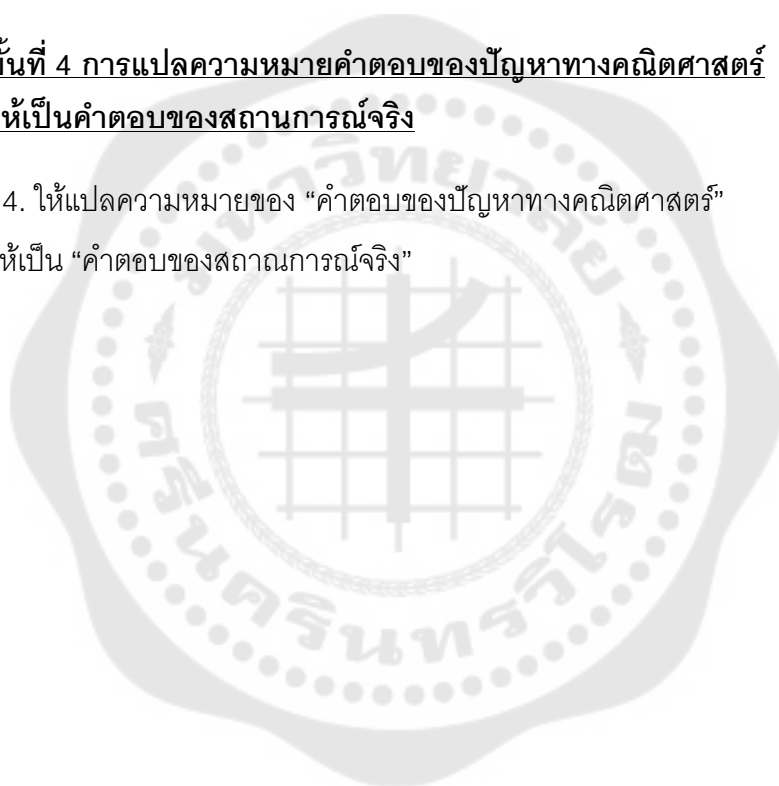
(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11



13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์
ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”
ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”



เฉลยกิจกรรม “แพ็กเกจท่องเที่ยว”

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

1. ตัวอย่างแพ็กเกจท่องเที่ยวในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
 - แพ็กเกจท่องเที่ยวภายในประเทศ เช่น แพ็กเกจท่องเที่ยวจังหวัดเชียงใหม่ แพ็กเกจท่องเที่ยวจังหวัดน่าน เป็นต้น
 - แพ็กเกจท่องเที่ยวประเทศอื่น ๆ เช่น แพ็กเกจท่องเที่ยวประเทศสิงคโปร์ แพ็กเกจท่องเที่ยวประเทศเวียดนาม เป็นต้น
2. แพ็กเกจท่องเที่ยวที่นักเรียนสืบค้นส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายอย่างไรบ้าง
 - ค่าแพ็กเกจ ค่าประกันอุบัติเหตุ โปรโมชันลดราคาพิเศษ ค่ามัดจำสถานที่พัก ค่าบริการเสริมต่าง ๆ เป็นต้น
3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้น และสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม มีค่าใช้จ่ายใดที่เหมือนกันบ้าง
 - ค่าแพ็กเกจ ค่าประกันอุบัติเหตุ โปรโมชันลดราคาพิเศษ
4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
 - แพ็กเกจการท่องเที่ยวของบริษัทที่ประหยัดที่สุดในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่น
 - ค่าใช้จ่ายต่อคนของแต่ละครอบครัวที่น้อยที่สุดในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่น
5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง
 - รายละเอียดของแพ็กเกจการท่องเที่ยวของแต่ละบริษัท
 - จำนวนสมาชิกครอบครัวของมานฟ้าซึ่งมีจำนวน 5 คน
 - จำนวนสมาชิกครอบครัวของทานตะวันซึ่งมีจำนวน 6 คน
 - จำนวนวันที่ใช้ในการท่องเที่ยว

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญ
ของแต่ละบริษัทท่องเที่ยว

บริษัทท่องเที่ยว	ราคาแพ็คเกจเริ่มต้น/ คน	ค่าประกันอุบัติเหตุ/คน
A	28,000	1,200
B	30,000	900
C	29,000	1,000

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแพ็คเกจการท่องเที่ยวของแต่ละบริษัท

บริษัท ท่องเที่ยว	ข้อดีของแพ็คเกจ	ข้อเสียของแพ็คเกจ
A	- ราคาแพ็คเกจเริ่มต้นถูกที่สุด - เหมาะสำหรับกลุ่มนักท่องเที่ยวที่มีจำนวนคนท่องเที่ยวเป็นจำนวนคู่ เพราะโปรโมชั่นพิเศษจะเป็นส่วนลดเพิ่มเติมให้กับคนที่สอง 5%	- ราคาค่าประกันอุบัติเหตุแพงที่สุด
B	- ราคาค่าประกันอุบัติเหตุถูกที่สุด - เหมาะสำหรับกลุ่มนักท่องเที่ยวที่มีจำนวนคนท่องเที่ยวเป็นพหุคูณของ 3 เพราะโปรโมชั่นพิเศษจะทำให้ไม่เสียค่าประกันอุบัติเหตุ	- ราคาค่าแพ็คเกจเริ่มต้นแพงที่สุด
C	- เหมาะกับการไปท่องเที่ยวจำนวนคนมาก คือ ตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป เพราะจะได้รับลดทุก ๆ คน คนละ 3%	- จำนวนคน 5 คน ที่จะมาซื้อแพ็คเกจหาได้ค่อนข้างยาก

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 – 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่

การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

- จำนวนสมาชิกของแต่ละครอบครัว และเงื่อนไขและรายละเอียดของแพ็คเกจการท่องเที่ยวที่ทั้งสองครอบครัวใช้ร่วมกันและมีราคาน้อยที่สุด ดังนั้นเพื่อความถูกต้องในการให้คำแนะนำกับเพื่อน จึงควรจะต้องคำนวณเปรียบเทียบเพื่อให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันของแต่ละบริษัท

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

- การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ ฟังก์ชันเชิงเส้น (กำหนดตัวแปรและแทนค่า)

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูป

“ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

กำหนดให้ A แทน ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คน

B แทน ราคาแพ็คเกจเริ่มต้นต่อ 1 คน

C แทน ราคาค่าประกันอุบัติเหตุต่อ 1 คน

D แทน ส่วนลดพิเศษของแต่ละบริษัท

และ n แทน จำนวนคนที่เลือกซื้อแพ็คเกจในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่น

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง

“ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

$$A = \frac{(B + C)n - D}{n}$$

เมื่อกำหนดให้ A แทน ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่นต่อ 1 คน

B แทน ราคาแพ็คเกจเริ่มต้นต่อ 1 คน

C แทน ราคาค่าประกันอุบัติเหตุต่อ 1 คน

D แทน ส่วนลดพิเศษของแต่ละบริษัท

และ n แทน จำนวนคนที่เลือกซื้อแพ็คเกจในการเดินทางไปท่องเที่ยวญี่ปุ่น

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ คือ $A = \frac{(B + C)n - D}{n}$ จะนำมาพิจารณา

ในการเลือกแพ็คเกจท่องเที่ยวเพื่อช่วยเพื่อนในการตัดสินใจเลือกแพ็คเกจที่คุ้มค่าที่สุดและเสียค่าใช้จ่ายต่อคนน้อยที่สุด

สำหรับครอบครัวม่านฟ้าซึ่งมีจำนวนสมาชิก 5 คน

พิจารณาแพ็คเกจการท่องเที่ยวของบริษัท A จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } A = \frac{(28000+1200)(5) - (28000 \times \frac{5}{100})(2)}{5}$$

$$A = \frac{146000 - 2800}{5}$$

$$A = \frac{143200}{5}$$

$$A = 28,640$$

ส่วนลดมาจาก การซื้อแพ็คเกจ 5 คน จึงได้รับ ส่วนลดค่าแพ็คเกจเริ่มต้นสำหรับคนที่ 2 และ คนที่ 4 คนละ 5 %

แสดงว่า ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแต่ละคนในครอบครัวสำหรับการไปท่องเที่ยว กับบริษัท A คือ 28,640 บาท

พิจารณาแพ็คเกจการท่องเที่ยวของบริษัท B จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } A = \frac{(30000+900)(5) - (900)(3)}{5}$$

$$A = \frac{154500 - 2700}{5}$$

$$A = \frac{151800}{5}$$

$$A = 30,360$$

ส่วนลดมาจาก การซื้อแพ็คเกจ 5 คน จึงได้รับ ส่วนลดค่าประกันอุบัติเหตุ (ฟรี) สำหรับ 3 คน

แสดงว่า ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแต่ละคนในครอบครัวสำหรับการไปท่องเที่ยว กับบริษัท B คือ 30,360 บาท

และสุดท้ายพิจารณาแพ็คเกจการท่องเที่ยวของบริษัท C จากข้อมูล
และเงื่อนไขที่กำหนด

จะได้ว่า
$$A = \frac{(29000+1000)(5) - (29000 \times \frac{3}{100})(5)}{5}$$

$$A = \frac{150000 - 4350}{5}$$

$$A = \frac{145650}{5}$$

$$A = 29,130$$

แสดงว่า ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแต่ละคนในครอบครัวสำหรับการไปท่องเที่ยว
กับบริษัท C คือ 29,130 บาท

สำหรับครอบครัวทานตะวันซึ่งมีจำนวนสมาชิก 6 คน

พิจารณาแพ็คเกจการท่องเที่ยวของบริษัท A จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

จะได้ว่า
$$A = \frac{(28000+1200)(6) - (28000 \times \frac{5}{100})(3)}{6}$$

$$A = \frac{175200 - 4200}{6}$$

$$A = \frac{171000}{6}$$

$$A = 28,500$$

แสดงว่า ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแต่ละคนในครอบครัวสำหรับการไปท่องเที่ยว
กับบริษัท A คือ 28,500 บาท

พิจารณาแพ็คเกจการท่องเที่ยวของบริษัท B จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

จะได้ว่า
$$A = \frac{(30000+900)(6) - (900)(6)}{6}$$

$$A = \frac{185400 - 5400}{6}$$

$$A = \frac{180000}{6}$$

ส่วนลดมาจาก การซื้อแพ็คเกจ 5 คน จึงได้รับ
ส่วนลดค่าแพ็คเกจเริ่มต้นทุกคน คนละ 3 %

ส่วนลดมาจาก การซื้อแพ็คเกจ 6 คน จึงได้รับ
ส่วนลดค่าแพ็คเกจเริ่มต้นสำหรับคนที่ 2 คนที่
4 และคนที่ 6 คนละ 5%

ส่วนลดมาจาก การซื้อแพ็คเกจ 6 คน จึงได้รับ
ส่วนลดค่าประกันอุบัติเหตุ (ฟรี) สำหรับ 6 คน

$$A = 30,000$$

แสดงว่า ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแต่ละคนในครอบครัวสำหรับการไปท่องเที่ยว
กับบริษัท B คือ 30,000 บาท

และสุดท้ายพิจารณาแพ็คเกจการท่องเที่ยวของบริษัท C
จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } A = \frac{(29000+1000)(6) - (29000 \times \frac{3}{100})(6)}{6}$$

$$A = \frac{180000 - 5220}{6}$$

$$A = \frac{174780}{6}$$

$$A = 29,130$$

แสดงว่า ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแต่ละคนในครอบครัวสำหรับการไปท่องเที่ยว
กับบริษัท C คือ 29,130 บาท

ส่วนลดมาจาก การซื้อแพ็คเกจ 6 คน จึงได้รับ
ส่วนลดค่าแพ็คเกจเริ่มต้นทุกคน คนละ 3 %

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

สำหรับครอบครัวม่านฟ้า ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแต่ละคนในครอบครัวสำหรับ
การไปท่องเที่ยวกับบริษัท A คือ 28,640 บาท บริษัท B คือ 30,360 บาท และบริษัท C
คือ 29,130 บาท ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวต่อคนที่ถูกที่สุด คือบริษัท A

สำหรับครอบครัวทานตะวัน ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแต่ละคนในครอบครัวสำหรับ
การไปท่องเที่ยวกับบริษัท A คือ 28,500 บาท บริษัท B คือ 30,000 บาท
และบริษัท C คือ 29,130 บาท ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวต่อคนที่ถูกที่สุด
คือบริษัท A

**ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์
ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง**

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”
ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

จากคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สำหรับครอบครัวของมานฟ้า
ควรจะไปท่องเที่ยวกับบริษัท A เพราะมีค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวต่อคน
เท่ากับ 28,640 บาท ซึ่งน้อยกว่าบริษัท B เป็นจำนวนเงิน 1,720 บาท
และน้อยกว่าบริษัท C เป็นจำนวนเงิน 490 บาท

และสำหรับครอบครัวของทานตะวันควรจะไปท่องเที่ยวกับบริษัท A
เพราะมีค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวต่อคนเท่ากับ 28,500 บาท ซึ่งน้อยกว่าบริษัท B
เป็นจำนวนเงิน 1,500 บาท และน้อยกว่าบริษัท C เป็นจำนวนเงิน 630 บาท
เพราะบริษัท C มีค่าใช้จ่ายในการท่องเที่ยวต่อคนเท่ากับ 29,130 บาท

เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “แพ็กเกจท่องเที่ยว”

ข้อที่	ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
1	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวอย่าง	1
	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวอย่าง	0.5
	- ไม่ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
2	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวแปร	1
	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวแปร	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
3	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้องบางส่วน	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม	0
4	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ได้ถูกต้อง	1
	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ	0
5	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
6	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในแต่ละบริษัทท่องเที่ยว ที่สำคัญได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในแต่ละบริษัทที่ท่องเที่ยว ที่สำคัญได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในแต่ละบริษัทท่องเที่ยว ที่สำคัญไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “แพ็กเกจท่องเที่ยว”

ข้อที่	ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
7	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแต่ละบริษัทท่องเที่ยวได้ถูกต้องครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแต่ละบริษัทท่องเที่ยวได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแต่ละบริษัทท่องเที่ยวไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0
8	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในแต่ละบริษัทท่องเที่ยวได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในแต่ละบริษัทท่องเที่ยวได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในแต่ละบริษัทท่องเที่ยวไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
8	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในแต่ละบริษัทท่องเที่ยว เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริง สมเหตุสมผล	3
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในแต่ละบริษัทท่องเที่ยว เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือ อธิบายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก ไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่สมเหตุสมผล	2
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขในแต่ละบริษัทท่องเที่ยว ไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงและไม่สมเหตุสมผล	1
	- ไม่อธิบายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก	0
9	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้องมากกว่า 1 แนวคิด	1
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้อง 1 แนวคิด	0.5
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “แพ็กเกจท่องเที่ยว”

ข้อที่	ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (10 คะแนน)	คะแนน
10	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของ สถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
11	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เลย	0
ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (6 คะแนน)		
12	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	4
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่	3
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เพียงบางส่วน	2
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการใดเลย	0
13	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใด เลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “แพ็กเกจท่องเที่ยว”

ข้อที่	ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (2 คะแนน)	คะแนน
14	- แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0
14	- แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่แปลข้อสรุปเลย	0

ใบความรู้ เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการใช้ชีวิตของมนุษย์ สิ่งที่จะต้องพบเจอคือปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตของตนเอง ซึ่งมนุษย์แต่ละคนต้องพบเจอปัญหาที่แตกต่างกัน แต่สิ่งที่มนุษย์จะต้องทำทุกคนและปฏิบัติอยู่เสมอ ๆ คือ การที่ต้องแก้ปัญหาที่ตนเองได้เผชิญ อาทิ ปัญหาการเดินทางไปสถานที่ต่าง ๆ ปัญหาการขนส่งสินค้า ปัญหาการศึกษา ปัญหาสุขภาพ ปัญหาการซื้อขายสินค้า หรือปัญหาการลงทุน เป็นต้น

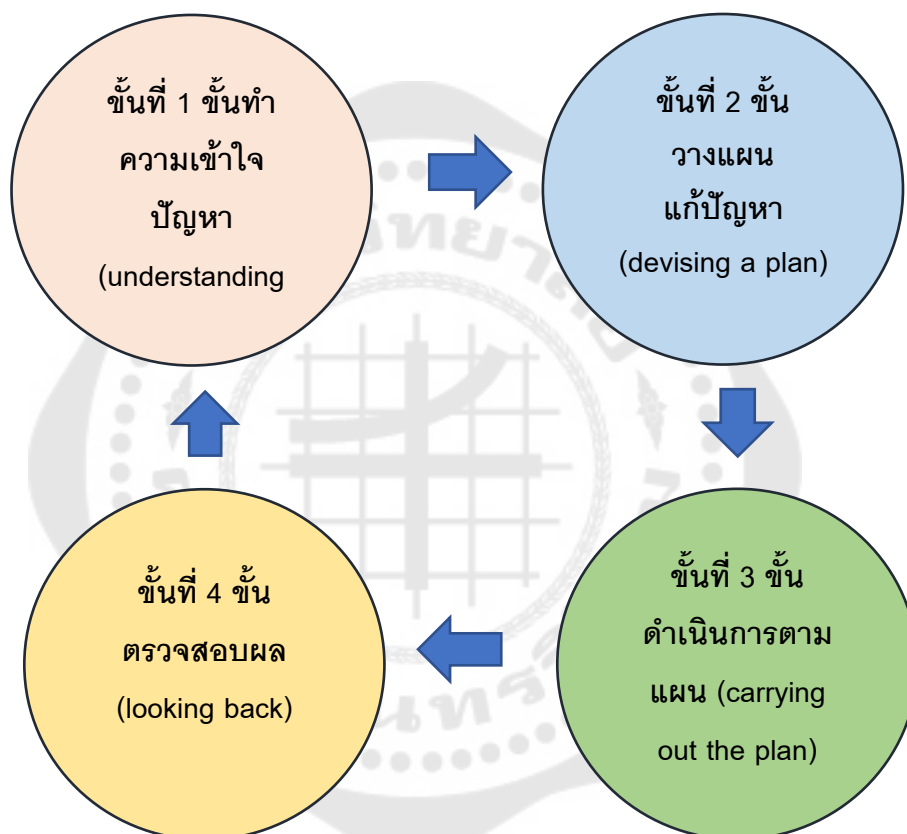


สำหรับปัญหาที่บางคนคุ้นเคย ก็สามารถหาทางออก หาวิธีแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว แต่สำหรับปัญหาที่ยุ่งยาก มีความซับซ้อนทำให้ไม่สามารถแก้ได้ทันที ทำให้มนุษย์นั้นจำเป็นที่จะต้อง วิเคราะห์ พิจารณา ในการที่จะนำความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงทักษะและกระบวนการต่าง ๆ อีกทั้งรวมถึงเทคนิควิธีหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้ามีความรู้หรือแหล่งความรู้ที่เพียงพอ สามารถนำสิ่งเหล่านี้มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับปัญหาที่ตนเองพบเจอ หรือใช้ประสบการณ์ที่เคยมีอยู่แต่เดิมในการมาช่วยพิจารณาและแก้ไขปัญหา ก็จะสามารถหาทางออกหรือแนวทางการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ

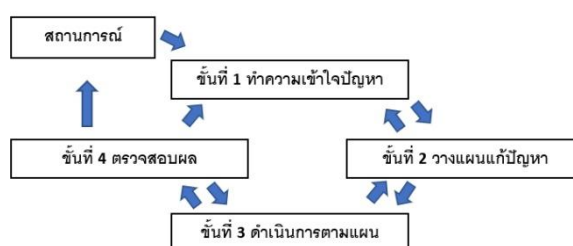
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical problem solving) เป็นส่วนสำคัญที่จะต้องมิติดตัวนักเรียน นักเรียนต้องได้รับการเรียน การฝึกฝน เพราะจะช่วยให้นักเรียน มีแนวทางการคิดที่แตกต่างไปจากเดิม มีความสร้างสรรค์ในความคิด มีความพยายามที่จะแก้ไขสิ่งที่เป็นปัญหาเมื่อตนเองเผชิญ สามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้กับบริบทสภาพแวดล้อมของตนเองได้ รวมไปถึงจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเอง เป็นบุคคลที่มีศักยภาพในการที่จะไปแข่งขันกับประชาคมโลกได้

กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ซึ่งได้แก่ ขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนดำเนินการตามแผน และขั้นตอนตรวจสอบผล

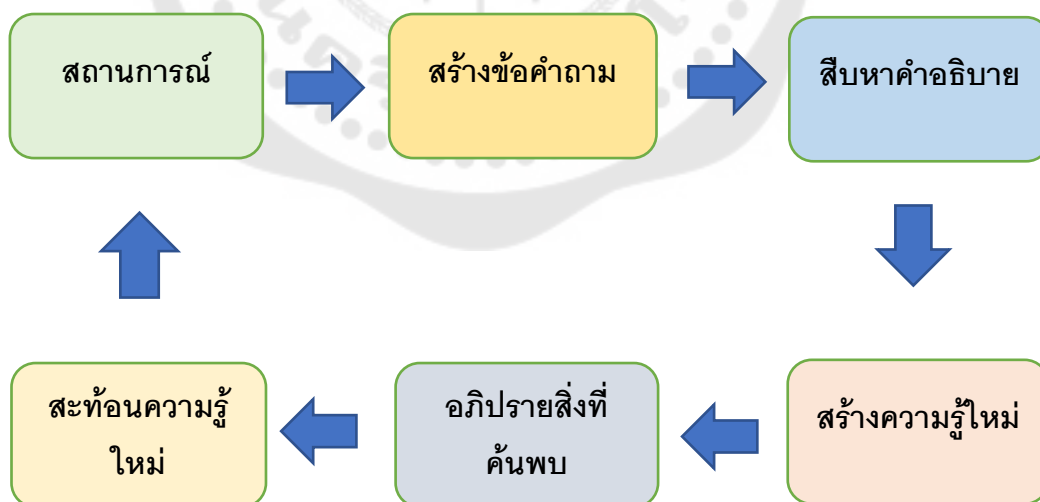


กระบวนการแก้ปัญหของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอนข้างต้น ได้มีการนำมาใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย ต่อมาวิลสันและคณะจึงได้นำเสนอถึงกรอบแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้ดังแผนภูมิ



ใบความรู้ เรื่อง กระบวนการสืบสวนสอบสวน

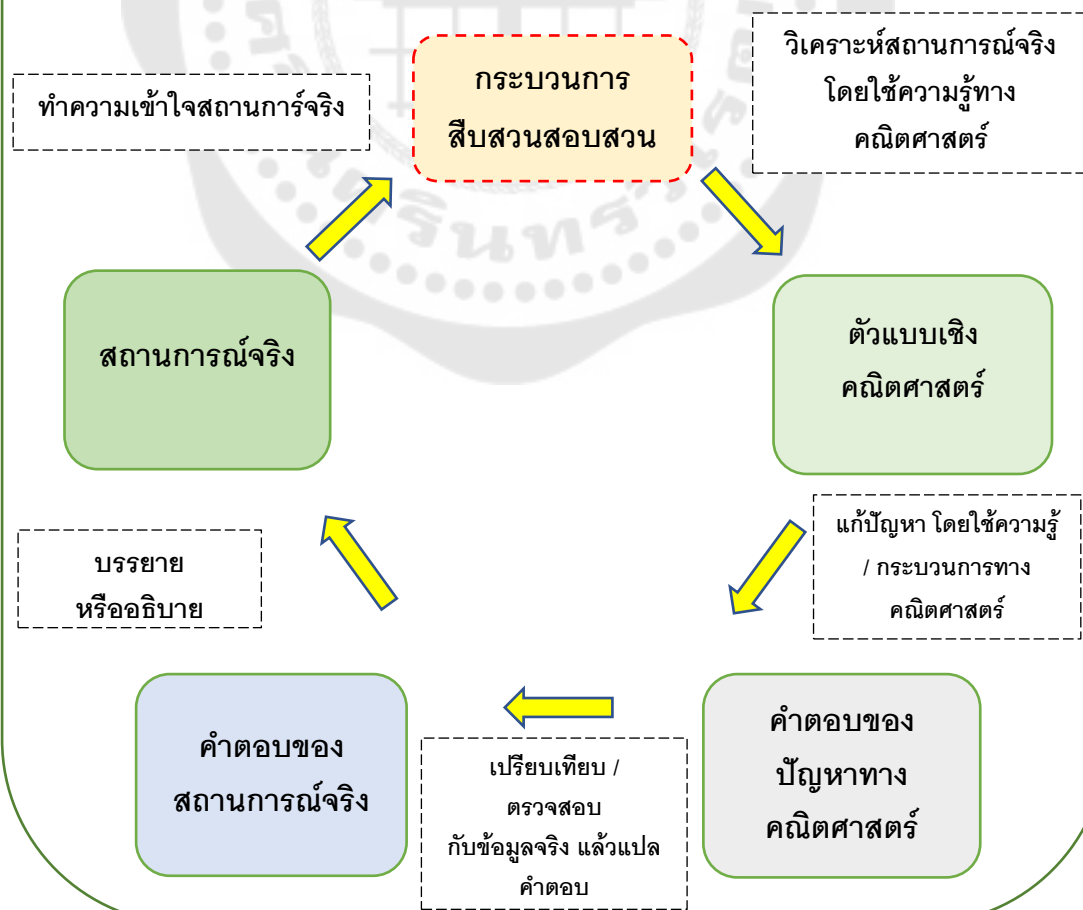
กระบวนการในสืบสวนสอบสวน คือกระบวนการที่เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่สนใจ นักเรียนจะต้อง คิดโดยอาจต้องพิจารณาถึงปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือปรากฏการณ์ที่พบเจอแล้วเป็นปัญหา จากนั้นสร้างข้อความคำถามกับตัวเอง อาทิ เหตุการณ์แบบนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร มีปัจจัยใดบ้างที่เป็นสาเหตุ มีสิ่งใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร แต่สิ่งในปรากฏการณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นต้น ลักษณะข้อสงสัยของนักเรียนควรจะสามารถมีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ อาจมีได้หลายหลายไม่จำกัด หรือบางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องมีคำตอบ เมื่อได้ข้อสงสัย นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อสืบหาคำอธิบายจากข้อสงสัยหรือข้อความคำถามของตนเอง อาจทำการศึกษาโดยใช้วิธีการทดลอง สัมภาษณ์ สังเกต เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ ใช้วิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของข้อความคำถามของตนเอง สิ่งที่ได้จากข้อสรุปเหล่านี้จะเรียกว่า ความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องนำเอาสิ่งเหล่านี้ไปอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนนักเรียน หรือครูผู้สอน ในความเป็นไปได้ ความสมเหตุสมผล ความเหมาะสม ความถูกต้อง เพื่อสะท้อนออกมาให้ได้ซึ่งความรู้ใหม่ โดยความรู้ตรงนี้จะเป็นตัวที่ช่วยตอบคำถามของปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือตอบข้อสงสัยปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาที่พบเจอ



กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (problem solving process by mathematical model) ซึ่งดัดแปลงมาจากกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ (Wilson and others) กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของจีโอดาโน ฟอกซ์ ฮอร์ตตัน (Frank R. Giordano, William P. Fox, Steven B. Horton) และกระบวนการสืบสวนสอบสวนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริงโดยในขั้นนี้จะใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนเข้ามาช่วยในการสืบค้น ค้นหาและสรุปตัวแปรที่เกี่ยวข้องของสถานการณ์จริง ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และขั้นแปลความหมายของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง ดังภาพประกอบ



ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับสถานการณ์จริง พิจารณาวិเคราะห์ เพื่อที่จะระบุรายละเอียดที่สำคัญต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงโดยใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนเข้ามาช่วยในการสืบค้นสถานการณ์จริงเพิ่มเติม เชื่อมโยงสิ่งที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่เผชิญ ค้นหาสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหาข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง เขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญ ข้อดีข้อเสีย อธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง รวมถึงพิจารณาความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องที่จะช่วยในการแก้ปัญหาในการที่จะทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ต้องใช้มุมมองที่เปิดกว้างเพื่อที่จะทำให้เกิดแนวทางทำความเข้าใจที่มากขึ้น อาจใช้ภาษาตนในการสรุปความเข้าใจ มีการปรับเปลี่ยนวิธีการคิด พิจารณาจากบริบทต่าง ๆ ที่อยู่โดยรอบ ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ควรที่จะมุ่งเน้นหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจที่สามารถสร้างข้อสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง แล้วนำมาพิจารณาเพื่อวิเคราะห์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้อง อาจจะใช้ร่วมกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่แต่เดิม หลังจากนั้นปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” ให้อยู่ในรูปของ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (Mathematical model) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” เหล่านั้น เพื่อที่จะนำไปสู่ข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการ ในการที่ใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ที่ได้จากการที่นักเรียนระบุตัวไม่ทราบค่า ที่เกิดจากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ จนกระทั่งสามารถหาและเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ หรือสิ่งที่ต้องการทรัพยากร รวมทั้งทำนาย เพื่อที่จะแสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ แล้วจึงแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง

ชื่อ ชั้น เลขที่

ใบตรวจสอบความรู้ เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการ
แก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของตนในแต่ละข้อคำถาม

คำถามที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วย
ขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

คำถามที่ 2 การแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

คำถามที่ 3 จากกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนใดเป็นขั้นตอนสำคัญที่สุด เพราะเหตุใด

เฉลย ใบตรวจสอบความรู้ เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของตนในแต่ละข้อคำถาม

คำถามที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

ตอบ กระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล

คำถามที่ 2 กระบวนการแก้ปัญหามาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

ตอบ กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นแปลคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

คำถามที่ 3 จากกระบวนการแก้ปัญหามาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนใดเป็นขั้นตอนสำคัญที่สุด เพราะเหตุใด

ตอบ จากกระบวนการแก้ปัญหามาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด ขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ได้แก่ ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงสถานการณ์จริงเข้าสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเป็นขั้นตอนที่จะทำให้เราได้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หัวข้อเรื่อง กิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 เวลา 100 นาที

การจัดการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก คือ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการสืบสวนสอบสวนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนได้เริ่มลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริง (real world situation) ที่กำหนด ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ปัญหาสถานการณ์จริงที่ใช้ในคาบเรียนนี้ได้แก่ สถานการณ์จริง “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” ซึ่งเป็นสถานการณ์ของนักร้องที่เป็นนักศึกษาจบใหม่ สนใจจะสมัครเข้าทำงานนักโปรแกรมเมอร์หรือนักพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยนักร้องมีบริษัทที่อยากจะเข้าสมัครงาน 3 แห่ง แต่ละบริษัทมี เงินเดือนเริ่มต้น เพอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงาน และเงื่อนไขจากคะแนนจบการศึกษา คะแนน TOEIC อีกทั้งเงินตอบแทนกรณีลาออกที่แตกต่างกัน

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.1.1 คำนวณจำนวนเงินตอบแทนกรณีลาออกเมื่อทำงานครบ 10 ปี และ 20 ปี ได้

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.2.1 (เริ่ม) ลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด (กิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด”) ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล

1.2.2 สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของตนเอง หน้าชั้นเรียนได้

1.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

1.3.1 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล

1.3.2 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายของตนเอง

1.3.3 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

2. สารการเรียนรู้

2.1 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ทำความเข้าใจปัญหา

เมื่อเริ่ม นักเรียนจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับปัญหา และคิดว่าสิ่งที่ต้องการค้นหาคืออะไร จากนั้นทำความเข้าใจแล้วแสดงส่วนสำคัญ นั่นคือ ข้อมูลและเงื่อนไข หรือตัวแปรที่ไม่สามารถทราบค่าได้ ซึ่งการพิจารณามองถึงปัญหาอย่างไตร่ตรองเพื่อให้เกิดความเข้าใจนั้น นักเรียนควรที่จะพิจารณาอย่างรอบครอบ คิดไตร่ตรองเข้าไปเข้ามา ใช้วิธีการคิดที่หลากหลาย เพื่อที่จะทำให้เข้าใจถึงปัญหาอย่างชัดเจน เช่น การแสดงสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองด้วยการเขียน การเขียนแผนภูมิ การเขียนรูป เป็นต้น

2) วางแผนแก้ปัญหา

หลังจากที่นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาแล้ว จะต้องหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของข้อมูล รวมไปถึงตัวไม่รู้ค่า เพื่อพิจารณาร่วมกับประสบการณ์ที่มีในการแก้ปัญหา แล้วกำหนดแผนการที่จะใช้แก้ปัญหา และสุดท้ายคือพิจารณาตัดสินใจนำเอายุทธวิธีที่ตนเองคิดว่ามีประสิทธิภาพที่สุด อันจะนำไปสู่การใช้แก้ปัญหา

3) ดำเนินการตามแผน

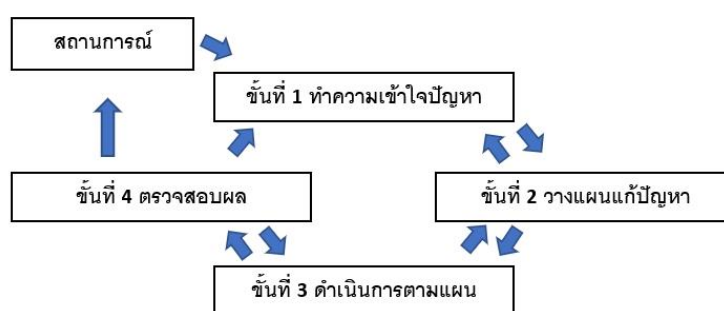
เมื่อนักเรียนวางแผนแก้ปัญหาแล้วจะต้องลงมือทำตามแผนที่ได้ตั้งไว้ เริ่มแรกโดยการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน ค้นหารายละเอียดต่าง ๆ เพิ่มเติมให้แผนที่ตั้งมีความชัดเจน แล้วลงมือ อันจะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบ แต่ถ้าแผนการของนักเรียนนั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้ นักเรียนต้องหาแนวทาง แผนการหรือยุทธวิธีอื่น ๆ ในการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ถือเป็นสิ่งดีในการพัฒนาผู้แก้ปัญหา

4) ตรวจสอบผล

หลังจากนักเรียนได้คำตอบให้คิดกลับไปยังคำตอบที่ได้หรือมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่ได้มาเริ่มแรกโดยจะต้องพิจารณาถึงหลักการ ความถูกต้อง ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม ความสมเหตุสมผล และการนำไปใช้ของคำตอบ รวมถึงวิธีการ ขั้นตอน กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่ใช้ จากนั้นจึงพิจารณาเพิ่มถึงสิ่งอื่น ๆ ที่เป็นบทสรุปที่เป็นไปได้

กระบวนการแก้ปัญหามาจากวิธีการดังกล่าว ได้ถูกนำมาปรับประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย พบเจออยู่ทั้งในตำราต่าง ๆ แบบฝึกหัด หนังสือเรียนที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา แต่นักการศึกษาส่วนใหญ่เห็นตรงกันถึงการจำเป็นต้องปฏิบัติ

ตามลำดับแต่ละขั้นตอน ต้องไล่จากขั้นตอนที่หนึ่งไปยังขั้นตอนที่สี่เสมอ เริ่มที่ขั้นตอนใดแล้วจะย้อนกลับไม่ได้ ดังนั้นกระบวนการนี้จึงกลายเป็นกระบวนการที่เน้นการได้คำตอบมากกว่าการพิจารณา การคิดในการแก้ปัญหา ต่อมาวิลสันและคณะ จึงได้เสนอแนะกรอบแนวคิดสำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงสิ่งที่เป็นพลวัต โดยสามารถวนไปเวียนมาได้ และมีลำดับไม่ตายตัว ดังแผนภูมิ



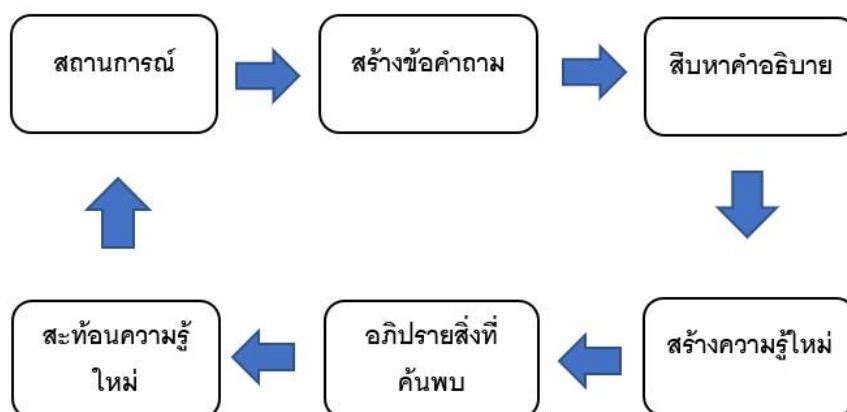
ภาพประกอบที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหาของวิลสันและคณะ

เราสามารถอธิบายแผนภูมิตั้งต้นได้ดังนี้

เมื่อเผชิญสิ่งที่เป็นปัญหาโดยสิ่งนั้นอาจเป็นสถานการณ์ เริ่มแรกนักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน จากนั้นพิจารณาถึงแนวทาง แผนการที่จะใช้แก้ปัญหา รวมถึงกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม แล้วดำเนินการตามแนวทางที่เลือกหรือแผนที่จะใช้ เพื่อแก้ปัญหา จนสามารถหาคำตอบได้ ทำได้ดีตรงตรงความถูกต้อง ความเป็นไปได้ของบทสรุปที่สามารถหามาได้ รวมถึงการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนสำหรับยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในรูปจะมีทิศทาง การแสดงการตัดสินใจหรือการไตร่ตรองที่จะเลื่อนการกระทำจากขั้นตอนใด ๆ ไปสู่อีกขั้นตอน บางครั้งจำเป็นต้องมองย้อนกลับไปขั้นตอนที่แล้วเมื่อเกิดข้อสงสัยหรือปัญหา เช่น ถ้านักเรียนแก้ปัญหาขั้นทำความเข้าใจปัญหา แล้วเข้าใจอย่างชัดเจน ก็เลื่อนสิ่งที่จะต้องปฏิบัติต่อปรากฏการณ์นั้นเข้าไปยังขั้นต่อไปคือขั้นวางแผนแก้ปัญหา ถ้าเกิดติดขัดจนไม่สามารถดำเนินการได้ ก็สามารถย้อนไปยังขั้นของวางแผน หรือขั้นของทำความเข้าใจปัญหาก็กได้ เนื่องจากขั้นตอนแนวทาง หรือวิธีการนี้ สามารถพอเจอและใช้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในชีวิตจริงได้ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้ที่แก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป ซึ่งกระบวนการนี้ถูกเรียกว่ากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

2.2 กระบวนการสืบสวนสอบสวน

กระบวนการในสืบสวนสอบสวน คือกระบวนการที่เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่สนใจ นักเรียนจะต้อง คิดโดยอาจต้องพิจารณาถึงปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือปรากฏการณ์ที่พบเจอแล้วเป็นปัญหา จากนั้นสร้างข้อคำถามกับตัวเอง อาทิ เหตุการณ์แบบนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร มีปัจจัยใดบ้างที่เป็นสาเหตุ มีสิ่งใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร แต่สิ่งในปรากฏการณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นต้น ลักษณะข้อสงสัยของนักเรียนควรจะสามารมีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ อาจมีได้หลายหลายไม่จำกัด หรือบางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องมีคำตอบ เมื่อได้ข้อสงสัย นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อสืบหาคำอธิบายจากข้อสงสัยหรือข้อคำถามของตนเอง อาจทำการศึกษาโดยใช้วิธีการทดลอง สัมภาษณ์ สังเกต เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ ใช้วิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของข้อคำถามของตนเอง สิ่งที่ได้จากข้อสรุปเหล่านี้จะถูกเรียกว่า ความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องนำเอาสิ่งเหล่านี้ไปอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนนักเรียน หรือครูผู้สอน ในความเป็นไปได้ ความสมเหตุสมผล ความเหมาะสม ความถูกต้อง เพื่อสะท้อนออกมาให้ได้ซึ่งความรู้ใหม่ โดยความรู้ตรงนี้จะเป็นตัวที่ช่วยตอบคำถามของปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือตอบข้อสงสัยปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาที่พบเจอสามารถแสดงกระบวนการสืบสวนสอบสวนได้ดังภาพประกอบที่ 2



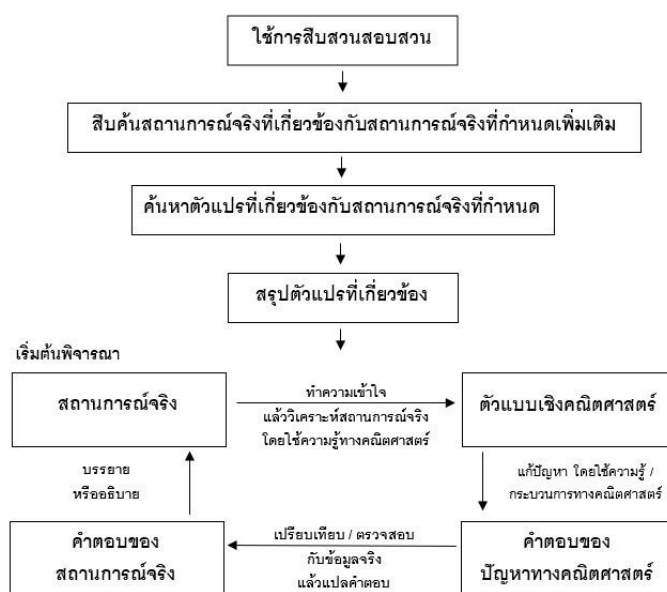
ภาพประกอบที่ 2 กระบวนการสืบสวนสอบสวนของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.3 กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (problem solving process by mathematical model) ซึ่งดัดแปลงมาจากกระบวนการแก้ปัญหา

ตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ (Wilson and others) กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของจีโอดาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน (Frank R. Giordano, William P. Fox, Steven B. Horton) และกระบวนการสืบสวนสอบสวนของสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์และเทคโนโลยี

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะประกอบไปด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริงโดยในขั้นนี้จะใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนเข้ามาช่วยในการสืบค้น ค้นหาและสรุปตัวแปรที่เกี่ยวข้องของสถานการณ์จริง (2) ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) ขั้นการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ (4) ขั้นแปลความหมายของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบที่ 3 กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบข้างต้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (Understanding a real world situation)

ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับสถานการณ์จริง พิจารณาวิเคราะห์ เพื่อที่จะระบุรายละเอียดที่

สำคัญต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงโดยใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนเข้ามาช่วยในการสืบค้น สถานการณ์จริงเพิ่มเติม เชื่อมโยงสิ่งที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่เผชิญ ค้นหาสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง เขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญ ข้อดีข้อเสีย อธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง รวมถึงพิจารณาความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องที่จะช่วยในการแก้ปัญหา ในการที่จะทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ต้องใช้มุมมองที่เปิดกว้างเพื่อที่จะทำให้เกิดแนวทางทำความเข้าใจที่มากขึ้น อาจใช้ภาษาตนในการสรุปความเข้าใจ มีการปรับเปลี่ยนวิธีการคิด พิจารณาจากบริบทต่าง ๆ ที่อยู่โดยรอบ ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ควรที่จะมุ่งค้นหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจที่สามารถสร้างข้อสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

(Applying the real world situation to the mathematical problem)

ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง แล้วนำมาพิจารณาเพื่อวิเคราะห์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้อง อาจจะใช้ร่วมกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่แต่เดิม หลังจากนั้นปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” ให้อยู่ในรูปของ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (Mathematical model) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” เหล่านั้น เพื่อที่จะนำไปสู่ข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(Adapting and applying a mathematical model to solve the mathematical problem)

ขั้นการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการ ในการที่ใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ที่ได้จากการที่นักเรียนระบุตัวไม่ทราบค่า ที่เกิดจากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ในขั้นตอนก่อนหน้า จนกระทั่งสามารถหาและเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็น

คำตอบของสถานการณ์จริง (Interpreting the answer to real world situation)

ชั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ หรือสิ่งที่ต้องการคาดการณ์ พยากรณ์ รวมทั้งทำนาย เพื่อที่จะแสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ แล้วจึงแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับฟังก์ชันเชิงเส้น

ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = ax + b$ เมื่อ a, b เป็นจำนวนจริง และ $a \neq 0$ ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง เช่น $f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = 3x + 2\}$ เป็นฟังก์ชันเชิงเส้น เพราะสมการของฟังก์ชัน f อยู่ในรูป $y = ax + b$ โดยที่ $a = 3$ และ $b = 2$

ฟังก์ชัน $y = ax + b$ เมื่อ $a = 0$ จะได้ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = b$ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า ฟังก์ชันคงตัว (constant function) กราฟของฟังก์ชันคงตัวจะเป็นเส้นตรงที่ขนานกับแกน x และกราฟของฟังก์ชันเชิงเส้นจะเป็นเส้นตรงเสมอ

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับฟังก์ชันพหุนามเอกซ์โพเนนเชียล

ฟังก์ชันพหุนามกำลังสอง (Quadratic function) คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ $a \neq 0$ ซึ่งกราฟของฟังก์ชันกำลังสองเรียกว่า พาราโบลา เช่น $f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = 4x^2 + 3x + 7\}$ เป็นฟังก์ชันกำลังสอง เพราะสมการของฟังก์ชัน f อยู่ในรูป $y = 4x^2 + 3x + 7$ โดยที่ $a = 4, b = 3$ และ $c = 7$

ฟังก์ชันกำลังสองสามารถเขียนในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ คือ

$$f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = ax^2 + bx + c, a \neq 0\}$$

ตัวอย่างเพิ่มเติม เช่น

1. $y = 4x^2 + 1$
2. $y = -3x^2 + 2x$
3. $y = 7x^2 + 2x - 1$

3. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

- 3.1 ใบกิจกรรม เรื่อง “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด”
- 3.2 ผลเฉลย เรื่อง “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” (สำหรับครูเท่านั้น)
- 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก สำหรับกิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” (สำหรับครูเท่านั้น)

3.4 แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์(สำหรับครูเท่านั้น)

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ขั้นนำ

สำหรับในขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 10 นาที ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการสืบสวนสอบสวน โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อทบทวน ดังรายละเอียดสาระข้อที่ 2.1 – 2.3 ซึ่งมีประเด็นคำถามดังนี้

(1) กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (devising a plan)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (carrying out the plan)

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (looking back)

(2) กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง)

(3) กระบวนการสืบสวนสอบสวนสามารถมีส่วนช่วยในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการสืบสวนสอบสวนสามารถช่วยในการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติม ทำให้สามารถนำข้อมูลไปช่วยในการแก้ปัญหาได้)

เป็นต้น

4.1.2 เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน ครูสรุปคำตอบที่ถูกต้องและข้อคิดเห็นของแต่ละข้อคำถามอีกครั้ง

4.2 ชั้นสอน

ในส่วนของชั้นสอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 80 นาที โดยจะมีรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 ครูจัดให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล

4.2.2 ครูชี้แจงแนวปฏิบัติในชั้นเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงเป็นรายบุคคล ซึ่งได้แก่

- (1) วิธีการ/แนวทางที่จะดำเนินการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด
- (2) วิธีการ/แนวทางที่จะดำเนินการเขียนสรุป อธิบาย และอภิปรายถึงกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์จริงที่ครูได้กำหนดให้
- (3) วิธีการ/แนวทางในการที่จะเขียนแสดงผลเฉลยในใบกิจกรรม
- (4) การนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน โดยครูจะต้องเน้นย้ำเสมอว่า “ทุกคนจะต้องเข้าใจผลเฉลยของตนเองและสามารถอธิบายได้” เมื่อครูชี้แจงเสร็จเสร็จครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม ถ้านักเรียนคนใดมีข้อสงสัย (ถ้ามี)

4.2.3 เพื่อให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการสืบสวนสอบสวนมากยิ่งขึ้น ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” ให้นักเรียนแต่ละคน แล้วนำเสนอสถานการณ์จริง “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” คอยกระตุ้น ให้คำแนะนำเพื่อที่จะทำให้นักเรียนนั้นต้องการที่จะแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนดผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2.4 เพื่อให้นักเรียนมีข้อมูลเพิ่มเติมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับ สถานการณ์จริง “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” ครูนำพาให้นักเรียนใช้กระบวนการ

สืบสวนสอบสวนในการหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมด้วยตนเอง และอาจใช้ข้อคำถามเพื่อกระตุ้นการสืบค้นของนักเรียน ดังนี้

(1) ในชีวิตจริงของนักเรียน ตัวอย่างของอาชีพสำหรับเด็กจบใหม่ที่มีรายได้สูงสุด มีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า วิศวกรคอมพิวเตอร์ โปรแกรมเมอร์ นักคณิตศาสตร์ ประกันภัย ผู้จัดการธนาคาร เป็นต้น)

(2) การสมัครเข้าทำงานเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนสูงสุด จะต้องคำนึงถึงปัจจัย อะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า เงินเดือนเริ่มต้น เบอร์เซนต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี โบนัสที่ได้รับต่อปี ค่าทำงานล่วงเวลา ค่าทำงานพิเศษ เงินประจำตำแหน่ง เป็นต้น)

(3) หากพิจารณาเทียบกับสถานการณ์จริงจากใบกิจกรรมที่ครูแจก นักเรียนคิดว่าจากข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม มีสิ่งใดที่เหมือนกันบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า เงินเดือนเริ่มต้น เบอร์เซนต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงาน เป็นต้น)

4.2.5 เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเริ่มด้วยขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ครูให้นักเรียนได้พิจารณาในการที่จะทำความเข้าใจถึงสถานการณ์จริงที่ได้กำหนดมา จากนั้นครูตั้งข้อคำถามเพื่อที่จะดูความคิดเห็นของนักเรียน เช่น

(1) สถานการณ์จริงนี้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร

(นักเรียนควรตอบว่า เลือกสมัครงานตำแหน่งนักโปรแกรมเมอร์)

(2) ในสถานการณ์จริง มีบริษัทให้นักสรรณเลือกสมัครงาน กี่บริษัท

(นักเรียนควรตอบว่า มีบริษัทให้นักสรรณเลือกสมัครงาน 3 บริษัท ได้แก่ บริษัทที่ 1 บริษัทที่ 2 และบริษัทที่ 3)

(3) สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า บริษัทที่นักสรรณควรสมัครเข้าทำงาน ถ้านักสรรณต้องการทำงาน 10 ปีแล้วตัดสินใจลาออก บริษัทที่นักสรรณควรสมัครเข้าทำงาน ถ้า

นักสำรวจต้องการทำงาน 20 ปีแล้วตัดสินใจลาออก เงินก้อนแต่ละบริษัทเมื่อทำงานครบ 10 ปีแล้วลาออก และเงินก้อนแต่ละบริษัทเมื่อทำงานครบ 20 ปีแล้วลาออก)

(4) ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า อาชีพที่มีรายได้สูงสุดสำหรับนักศึกษา/นิสิตที่จบใหม่ 3 อันดับแรกในประเทศไทยปี พ.ศ. 2562 เงื่อนไขของการรับเข้าทำงานของแต่ละบริษัท รายละเอียดเงินตอบแทนการทำงานของแต่ละบริษัท ระยะเวลาที่นักสำรวจอยากทำงาน เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาของนักสำรวจ และคะแนน TOEIC ของนักสำรวจ)

(5) นักเรียนสามารถเขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของค่าตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทได้หรือไม่ อย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถเขียนตารางแสดงได้ดังนี้)

รายละเอียด	บริษัทที่ 1	บริษัทที่ 2	บริษัทที่ 3
เงินเดือนเริ่มต้น	30,000	40,000	35,000
เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี	7% ของเงินเดือน	3% ของเงินเดือน	5% ของเงินเดือน
โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงาน (ไม่นำไปคิดรวมกับเปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี)	1,500 บาท ต่อปีตามอายุการทำงาน	2,000 บาท ต่อปีตามอายุการทำงาน	2,500 บาท ต่อปีตามอายุการทำงาน

(6) นักเรียนสามารถเขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของค่าตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทได้หรือไม่ อย่างไร

นักเรียนควรตอบว่า สามารถเขียนตารางแสดงได้ดังนี้

บริษัทที่	ข้อดีของบริษัท	ข้อเสียของบริษัท
1	- เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี มากที่สุด - เกรดเฉลี่ยในการรับเข้าทำงานน้อยที่สุด	- เงินเดือนเริ่มต้นน้อยที่สุด - โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงานน้อยที่สุด
2	- เงินเดือนเริ่มต้นมากที่สุด	- เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี น้อยที่สุด

		- เกเรดเฉลี่ยในการรับเข้าทำงานมากที่สุด
3	- โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงานมากที่สุด	- คะแนน TOIEC ในการรับเข้าทำงานมากที่สุด

(7) จากตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทและตารางแสดงข้อดีและข้อเสียคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า เกเรดเฉลี่ย คะแนน TOIEC ความต้องการทำงาน 10 ปี และ 20 ปี ของนักสำรวจ จากเกเรดเฉลี่ยและคะแนน TOIEC นักสำรวจสามารถสมัครเข้าทำงานได้ทั้ง 3 บริษัท ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงคำตอบแทนพนักงานของแต่ละบริษัทเมื่อนักสำรวจทำงานครบ 10 ปี หรือ 20 ปี แล้วลาออก จึงต้องคำนวณคำตอบแทนของทั้ง 3 บริษัทเพื่อทำการเปรียบเทียบ)

(8) ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ (เปรียบเทียบเงินเดือน 10 ปี และ 20 ปี) ฟังก์ชันเชิงเส้น และฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (กำหนดตัวแปรและแทนค่า))

เป็นต้น

4.2.6 เมื่อนักเรียนเข้าใจสถานการณ์จริงที่กำหนดแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละคนคิดค้นหาคำเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา (ถ้ามี) ด้วยตนเอง (ใช้เวลาประมาณ 2 – 3 นาที)

4.2.7 หลังจากนักเรียนได้คิดเป็นรายบุคคลแล้ว ให้นักเรียนค้นหาคำเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงได้ หลังจากนั้นให้นักเรียนปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” เหล่านั้นให้อยู่ในรูปแบบ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง และสามารถนำไปใช้ในการค้นหาคำตอบได้

4.2.8 ถ้ามีนักเรียนคนใดมีข้อสงสัยหรือไม่สามารถปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” และค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ได้ ครูอาจช่วยนักเรียนโดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ซึ่งประเด็นคำถามมีดังนี้

(1) ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญสถานการณ์จริง มีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า เงินเดือนของแต่ละบริษัทในปีที่นักสำรวจผลลาออก (บาท) เงินเดือนเริ่มต้นของแต่ละบริษัท (บาท) เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปีของแต่ละบริษัท โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงานของแต่ละบริษัท (บาท) และระยะเวลาที่ทำงาน (ปี))

(2) นักเรียนคิดว่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง ควรปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ได้อย่างไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ควรปรับ

เงินเดือนของบริษัทในปีที่นักสำรวจผลลาออก (บาท)

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [S]

เงินเดือนเริ่มต้นของแต่ละบริษัท (บาท)

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [B]

เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปีของแต่ละบริษัท

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [C]

โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงานของแต่ละบริษัท (บาท)

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [D]

และระยะเวลาที่ทำงาน (ปี)

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [n])

เป็นต้น

4.2.9 ขณะที่นักเรียนแต่ละคนกำลังปรับเปลี่ยนตัวแปรที่นักเรียนได้กำหนดขึ้นมา จากขั้นตอนก่อนหน้า ให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องคอยเดินดูการแก้ปัญหา สถานการณ์จริงของทั้งชั้นเรียน พิจารณาถึงพฤติกรรมต่าง ๆ ในการทำงานที่ครูจะนำไปใช้ประเมินผลของนักเรียนที่เกิดขึ้น

4.2.10 ถ้านักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมดได้รับเปลี่ยนตัวแปรของสถานการณ์จริงที่นักเรียนได้กำหนดเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์เรียบร้อยแล้ว ครูจะต้องให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการ

ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อย่างละเอียด เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้น ครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันเขียนรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมของตนเอง

4.2.11 ถ้านักเรียนทั้งชั้นเรียนได้ข้อสรุปของของปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว ครูให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา แล้วเปรียบเทียบ/ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงก่อน โดยใช้วิธีการตั้งประเด็นคำถามแล้วให้นักเรียนได้ร่วมกันตอบ ซึ่งประเด็นคำถามมีดังนี้

(1) ถ้าเปลี่ยน “เงินเดือนเริ่มต้นของแต่ละบริษัท (บาท)” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาเงินเดือนของแต่ละบริษัทในปีที่นักสำรวจลาออก (บาท) ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาเงินเดือนของแต่ละบริษัทในปีที่นักสำรวจลาออก (บาท) ได้ เพียงเปลี่ยนค่าของตัวไม่ทราบค่า [B] แล้วคำนวณหาเงินเดือนของแต่ละบริษัทในปีที่นักสำรวจลาออก (บาท) ออกมา)

(2) ถ้าเปลี่ยน “เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปีของแต่ละบริษัท” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาเงินเดือนของแต่ละบริษัทในปีที่นักสำรวจลาออก (บาท) ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณจำนวนหาเงินเดือนของแต่ละบริษัทในปีที่นักสำรวจลาออก (บาท) ได้ เพียงเปลี่ยนค่าของตัวไม่ทราบค่า [C] แล้วคำนวณหาจำนวนหาเงินเดือนของแต่ละบริษัทในปีที่นักสำรวจลาออก (บาท) ออกมา)

(3) ถ้าเปลี่ยน “ระยะเวลาที่ทำงาน (ปี)” เป็น “ระยะเวลาที่ทำงาน (2 ปี)” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาเงินเดือนของแต่ละบริษัทในปีที่นักสำรวจลาออก (บาท) ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า ไม่สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาเงินเดือนของแต่ละบริษัทในปีที่นักสำรวจลาออก (บาท) ได้ เพราะตัวแบบเชิง

คณิตศาสตร์ จะคำนวณออกมาสำหรับระยะเวลาที่ทำงานที่มีหน่วยเป็นปี ไม่ใช่สำหรับระยะเวลาที่ทำงานที่มีหน่วยเป็น 2 ปี

เป็นต้น

4.2.12 หลักจากที่นักเรียนได้ แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลแล้ว ครูให้นักเรียนแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันเขียนรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมของตนเอง

4.2.13 เมื่อนักเรียนทั้งชั้นเรียนได้ข้อสรุปของสถานการณ์จริงแล้ว ครูสุ่มให้นักเรียนบางคนส่งตัวแทนมานำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเอง” หน้าชั้นเรียน หรือครูอาจสุ่มเลือกนักเรียนบางคนที่แก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความแตกต่างกัน” (ถ้ามี)

4.2.14 ครูให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนพิจารณาและร่วมกันอภิปราย “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของแต่ละคน ซึ่งประเด็นที่ใช้ในการอภิปรายมี ดังนี้

(1) ในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ขั้นตอนใดมีความยุ่งยากซับซ้อนที่สุด เพราะเหตุใด

(2) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหานี้ มีอะไรบ้าง

(3) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของเพื่อนคนใดมีประสิทธิภาพที่สุด เพราะเหตุใด

(4) ถ้าเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” บางอย่าง แล้ว “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา จะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

(5) การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของเพื่อนคนใดชัดเจนที่สุด เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.2.15 ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุป “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ประเด็นที่ใช้ในการสรุปมีดังนี้

(1) สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา คืออะไร

(2) ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง มีอะไรบ้าง

(3) แนวคิด/ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา สถานการณ์จริงนี้มีอะไรบ้าง

(4) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหสถานการณ์จริง นี้ มีอะไรบ้าง

(5) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ใดมีประสิทธิภาพที่สุด เพราะเหตุใด

(6) ถ้าเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” บางอย่าง แล้ว “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหสถานการณ์จริง จะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

(7) เราสามารถใช้ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ในการหา “คำตอบของสถานการณ์จริงที่กำหนด” ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.3 ขั้นสรุป

สำหรับขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 10 นาที ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.3.1 เพื่อทบทวนความรู้ เรื่อง “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และ กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ครูถาม คำถามให้นักเรียนตอบโดยมีประเด็นคำถาม ดังนี้

(1) กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วย ขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (devising a plan)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (carrying out the plan)

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (looking back)

(2) กระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็น

คำตอบของสถานการณ์จริง)

(3) จากกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนใดสำคัญที่สุด เพราะเหตุใด

(นักเรียนควรตอบว่า จากกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่สำคัญที่สุด คือ ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงสถานการณ์จริงเข้าสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเป็นขั้นตอนที่จะทำให้เราได้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป)

4.3.2 เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน ครูสรุปคำตอบที่ถูกต้องและข้อคิดเห็นของแต่ละข้อคำถามอีกครั้ง

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์</p> <p>1. คำนวณจำนวนเงินตอบแทนกรณีลาออกเมื่อทำงานครบ 10 ปี และ 20 ปี ได้</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” และจำนวนคำถามที่นักเรียนตอบได้ถูกต้อง</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>ใบกิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด” ข้อที่ 12 (มีคำถามจำนวน 1 ข้อ)</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <p>ในข้อคำถาม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้องครบถ้วน จะได้ คะแนน 2 คะแนน - ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน จะได้ คะแนน 1 คะแนน - ถ้า นักเรียน ตอบไม่ถูกต้อง จะได้ คะแนน 0 คะแนน <p>เกณฑ์การประเมินผล :</p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 1 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>
<p>ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ :</p> <p>1. (เริ่ม) ลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด (กิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด”) ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม เรื่อง อาชีพที่มีรายได้สูงสุด</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>ใบกิจกรรม เรื่อง อาชีพที่มีรายได้สูงสุด</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <p>ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกแบบวิเคราะห์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ดังตารางแนบ</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล :</p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 18 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>2. สื่อ ความหมายทาง คณิตศาสตร์ และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของตนเอง หน้าชั้นเรียนได้</p>	<p>วิธีวัดผล : พิจารณาความถูกต้องและ ชัดเจน ของการอธิบายและ นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>เครื่องมือวัดผล : แบบสังเกตพฤติกรรมในการ แก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้า นักเรียนอธิบายและนำเสนอ กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัว แบบ เชิง คณิต ศาสตร์ เพื่อ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>ได้</u> <u>ถูกต้องและชัดเจน</u> จะได้ คะแนน 3 คะแนน - ถ้า นักเรียน อธิบาย และ นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>พอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน</u> จะได้ คะแนน 2 คะแนน - ถ้า นักเรียน อธิบาย และ นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>พอสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน</u> จะได้ คะแนน 1 คะแนน - ถ้า นักเรียน ไม่อธิบายและ นำเสนอกระบวนการใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ <u>เลย</u> จะได้ คะแนน 0 คะแนน <p>เกณฑ์การประเมินผล : ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 1 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ :</p> <p>1. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล</p> <p>2. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการอภิปรายของตนเอง</p> <p>3. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการอภิปรายหน้าชั้นเรียน</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาพฤติกรรมหรือการแสดงผลของนักเรียน ขณะตอบคำถามหรือทำงานที่มอบหมาย โดยมีครูเป็นผู้สังเกตแล้วบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <p>ในแต่ละข้อของแบบสังเกตพฤติกรรม</p> <p>- ถ้า นักเรียน แสดงออกให้เห็นอย่างเด่นชัด จะได้ คะแนน 2 คะแนน</p> <p>- ถ้า นักเรียน แสดงออกให้เห็นเพียงเล็กน้อย จะได้ คะแนน 1 คะแนน</p> <p>- ถ้า นักเรียน ไม่แสดงออกเลย จะได้ คะแนน 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล :</p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 2 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

6.1 ด้านนักเรียน

(ระบุ ความรู้ / ทักษะและกระบวนการ / คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่พบ)

6.2 ด้านผู้สอน

(ระบุ ปัญหาหรือผลการจัดการเรียนรู้ / ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

6.3 ด้านอื่นๆ (ถ้ามี)

กิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด”

จากการสำรวจรายได้แต่ละอาชีพในประเทศไทยของสำนักงานสถิติแห่งชาติ และกรมจัดหางานปี พ.ศ. 2562 พบว่า อาชีพที่มีรายได้สูงสุดสำหรับนักศึกษา/นิสิตที่จบใหม่ 3 อันดับแรกในประเทศไทยปี พ.ศ. 2562 ได้แก่ อันดับที่ 1 คือ นักโปรแกรมเมอร์หรือนักพัฒนาซอฟต์แวร์ เงินเดือนประมาณ 30,000 – 40,000 บาท อันดับที่ 2 คือ วิศวกรการขาย เงินเดือนประมาณ 30,000 – 35,000 บาท และอันดับที่ 3 คือ คณิตศาสตร์ประกันภัย เงินเดือนประมาณ 27,000 – 32,000 บาท (admissionpremium.com, ฐานเงินเดือนไทย ปี 2563 และอาชีพรายได้สูงสุดสำหรับเด็กจบใหม่, 2563) ส่วนมากทุก ๆ มหาวิทยาลัยในประเทศไทย จะมีนิทรรศการจัดหางานให้กับนิสิตนักศึกษาที่เพิ่งจะสำเร็จการศึกษาหรือใกล้สำเร็จการศึกษา สำหรับการจัดงานในครั้งนี้ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง มีบริษัทที่หลากหลายให้ความสนใจในการเข้าร่วมนิทรรศการ และมีบริษัท 3 แห่งที่เปิดรับพนักงานในตำแหน่งนักโปรแกรมเมอร์หรือนักพัฒนาซอฟต์แวร์ มีรายละเอียดการสมัครและเงินเดือนดังนี้

รายละเอียด	บริษัทที่ 1	บริษัทที่ 2	บริษัทที่ 3
เงินเดือนเริ่มต้น	30,000	40,000	35,000
เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี	7% ของเงินเดือน	3% ของเงินเดือน	5% ของเงินเดือน
โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงาน (ไม่นำไปคิดรวมกับเปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี)	1,500 บาท ต่อปีตามอายุการทำงาน	2,000 บาท ต่อปีตามอายุการทำงาน	2,500 บาท ต่อปีตามอายุการทำงาน
เกรดที่สำเร็จการศึกษา	3.00	3.50	3.25
คะแนน TOEIC	550	550	650
กรณีลาออก (ทำงานครบ 10 ปีขึ้นไป)	เงินเดือนปีสุดท้ายคูณ 10	เงินเดือนปีสุดท้ายคูณ 10	เงินเดือนปีสุดท้ายคูณ 10

นักสุวรรณ เป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรม สาขาวิชาการเขียนโปรแกรม ที่กำลังจะสำเร็จการศึกษาในเทอมสุดท้าย (รอรับพระราชทานปริญญาบัตร) มีเกรดเฉลี่ย 3.72 และมีคะแนนสอบ TOEIC 670 คะแนน จึงมีความสนใจในสมัครเข้าทำงานกับทั้ง 3 บริษัท แต่นักสุวรรณยังไม่สามารถตัดสินใจได้ เพราะไม่ทราบว่าเมื่อทำงานไปเรื่อย ๆ แล้วเงินเดือนบริษัทไหนจะได้มากที่สุด และนักสุวรรณอยากที่จะทำงานบริษัท 10 ปี หรือ 20 ปี แล้วลาออกมาประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว ถ้านักเรียนเป็นนักสุวรรณ นักเรียนจะให้คำแนะนำว่าถ้าทำงาน 10 ปี ควรสมัครเข้าทำงานที่บริษัทใด และถ้าทำงาน 20 ปีควรทำงานบริษัทใด

รหัส ชื่อ งานกลุ่ม งานเดี่ยว

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแล้วตอบคำถามข้อที่ 1 - 2

1. ตัวอย่างอาชีพสำหรับเด็กจบใหม่ที่มีรายได้สูงสุดในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
2. การสมัครเข้าทำงานเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด จะต้องคำนึงถึงปัจจัย อะไรบ้าง

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในใบกิจกรรมแล้วตอบคำถามข้อที่ 3 - 14

3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมการทำงานเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด มีปัจจัยใดบ้างที่เหมือนกัน
4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของ
คำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัท

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัท

บริษัทที่	ข้อดีของบริษัท	ข้อเสียของบริษัท
1		
2		
3		

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 – 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียดโดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11



13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์
ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”
ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

เฉลยกิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด”

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

1. ตัวอย่างอาชีพสำหรับเด็กจบใหม่ที่มีรายได้สูงสุดในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
 - วิศวกรคอมพิวเตอร์ โปรแกรมเมอร์ นักคณิตศาสตร์ประกันภัย ผู้จัดการธนาคาร เป็นต้น
2. การสมัครเข้าทำงานเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนสูงสุด จะต้องคำนึงถึงปัจจัย อะไรบ้าง
 - เงินเดือนเริ่มต้น เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี โบนัสที่ได้รับต่อปี ค่าทำงานล่วงเวลา ค่าทำงานพิเศษ เงินประจำตำแหน่ง เป็นต้น
3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม การทำงานเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด มีปัจจัยใดบ้างที่เหมือนกัน
 - เงินเดือนเริ่มต้น เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงาน
4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
 - บริษัทที่นักศึกษารควรสมัครเข้าทำงาน ถ้านักศึกษารต้องการทำงาน 10 ปี แล้วตัดสินใจลาออก
 - บริษัทที่นักศึกษารควรสมัครเข้าทำงาน ถ้านักศึกษารต้องการทำงาน 20 ปี แล้วตัดสินใจลาออก
 - เงินก้อนแต่ละบริษัทเมื่อทำงานครบ 10 ปีแล้วลาออก
 - เงินก้อนแต่ละบริษัทเมื่อทำงานครบ 20 ปีแล้วลาออก
5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง
 - อาชีพที่มีรายได้สูงสุดสำหรับนักศึกษา/นิสิตที่จบใหม่ 3 อันดับแรก ในประเทศไทยปี พ.ศ. 2562
 - เงื่อนไขของการรับเข้าทำงานของแต่ละบริษัท
 - รายละเอียดเงินตอบแทนการทำงานของแต่ละบริษัท
 - ระยะเวลาที่นักศึกษารอยากทำงาน
 - เกณฑ์เฉลี่ยการสำเร็จการศึกษาและคะแนน TOEIC ของนักศึกษาร

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของ
ค่าตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัท

รายละเอียด	บริษัทที่ 1	บริษัทที่ 2	บริษัทที่ 3
เงินเดือนเริ่มต้น	30,000	40,000	35,000
เปอร์เซ็นต์การขึ้น เงินเดือนต่อปี	7% ของเงินเดือน	3% ของเงินเดือน	5% ของเงินเดือน
โบนัสที่ได้รับต่อปีตาม อายุการทำงาน (ไม่นำไปคิดรวม กับเปอร์เซ็นต์การขึ้น เงินเดือนต่อปี)	1,500 บาท ต่อปี ตามอายุการ ทำงาน	2,000 บาท ต่อปี ตามอายุการทำงาน	2,500 บาท ต่อปี ตามอายุการ ทำงาน

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของค่าตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัท

บริษัท ที่	ข้อดีของบริษัท	ข้อเสียของบริษัท
1	- เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี มาก ที่สุด - เกรดเฉลี่ยในการรับเข้าทำงานน้อย ที่สุด	- เงินเดือนเริ่มต้นน้อยที่สุด - โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการ ทำงานน้อยที่สุด
2	- เงินเดือนเริ่มต้นมากที่สุด	- เปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปี น้อย ที่สุด - เกรดเฉลี่ยในการรับเข้าทำงานมาก ที่สุด
3	- โบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการ ทำงานมากที่สุด	- คะแนน TOEIC ในการรับเข้า ทำงานมากที่สุด

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 - 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาพร้อมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

- เกรดเฉลี่ย คะแนน TOIEC ความต้องการทำงาน 10 ปี และ 20 ปี ของนักสำรวจ
จากเกรดเฉลี่ยและคะแนน TOIEC นักสำรวจสามารถสมัครเข้าทำงาน
ได้ทั้ง 3 บริษัท ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงคำตอบแทนพนักงานของแต่ละบริษัท
เมื่อนักสำรวจทำงานครบ 10 ปี หรือ 20 ปี แล้วลาออก จึงต้องคำนวณคำตอบแทน
ของทั้ง 3 บริษัทเพื่อทำการเปรียบเทียบ

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

- การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ (เปรียบเทียบเงินเดือน 10 ปี
และ 20 ปี) ฟังก์ชันเชิงเส้น และฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (กำหนดตัวแปรและแทนค่า)

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูป
“ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

กำหนดให้ S_n แทนเงินเดือนบริษัทในปีที่ n (บาท)

A แทนเงินเดือนเริ่มต้นของแต่ละบริษัท (บาท)

B แทนเปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปีของแต่ละบริษัท (ร้อยละ)

C แทนโบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงานของแต่ละบริษัท (บาท)

และ n ระยะเวลาที่ทำงาน (ปี)

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง

“ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

$$S_n = A(B)^n + C(n)$$

เมื่อกำหนดให้ S_n แทนเงินเดือนบริษัทในปีที่ n (บาท)

A แทนเงินเดือนเริ่มต้นของแต่ละบริษัท (บาท)

B แทนเปอร์เซ็นต์การขึ้นเงินเดือนต่อปีของแต่ละบริษัท (ร้อยละ)

C แทนโบนัสที่ได้รับต่อปีตามอายุการทำงานของแต่ละบริษัท (บาท)

และ n ระยะเวลาที่ทำงาน (ปี)

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ คือ $S_n = A(B)^n + C(n)$ จะนำมาพิจารณาตัดสินใจเลือกบริษัทที่ นักสำรวจควรเข้าสมัครงานเมื่อทำงาน 10 ปีและ 20 ปี เพื่อให้ได้ค่าตอบแทนที่สูงที่สุด

ถ้านักสำรวจต้องการทำงาน 10 ปี คำนวณเปรียบเทียบเงินเดือนของแต่ละบริษัทดังนี้ เริ่มพิจารณาบริษัทที่ 1 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } S_{10} = 30000\left(\frac{107}{100}\right)^{10} + 1500(10)$$

$$S_{10} = 74,014.541$$

แสดงว่า สำหรับบริษัทที่ 1 ถ้าทำงาน 10 ปี ปีที่ 10 จะมีเงินเดือนเดือนละ 74,025.541 บาท และถ้าลาออกจะได้เงิน 740,255.41 บาท

พิจารณาต่อบริษัทที่ 2 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } S_{10} = 40000\left(\frac{103}{100}\right)^{10} + 2000(10)$$

$$S_{10} = 73,756.655$$

แสดงว่า สำหรับบริษัทที่ 2 ถ้าทำงาน 10 ปี ปีที่ 10 จะมีเงินเดือนเดือนละ 73,756.655 บาท และถ้าลาออกจะได้เงิน 737,566.55 บาท

พิจารณาต่อบริษัทที่ 3 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

จะได้ว่า

$$S_{10} = 35000\left(\frac{105}{100}\right)^{10} + 2500(10)$$

$$S_{10} = 82,011.312$$

แสดงว่า สำหรับบริษัทที่ 3 ถ้าทำงาน 10 ปี ปีที่ 10 จะมีเงินเดือนเดือนละ 82,011.312 บาท และถ้าลาออกจะได้เงิน 820,011.312 บาท

และสำหรับด้านภัศวรณต้องการทำงาน 20 ปี คำนวณเปรียบเทียบเงินเดือน
ของแต่ละบริษัทดังนี้

เริ่มพิจารณาบริษัทที่ 1 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } S_{20} = 30000\left(\frac{107}{100}\right)^{20} + 1500(20)$$

$$S_{20} = 146,090.534$$

แสดงว่า สำหรับบริษัทที่ 1 ถ้าทำงาน 20 ปี ปีที่ 20 จะมีเงินเดือน

เดือนละ 146,090.534 บาท และถ้าลาออกจะได้เงิน 1,460,905.34 บาท

พิจารณาต่อบริษัทที่ 2 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } S_{20} = 40000\left(\frac{103}{100}\right)^{20} + 2000(20)$$

$$S_{20} = 112,244.451$$

แสดงว่า สำหรับบริษัทที่ 2 ถ้าทำงาน 20 ปี ปีที่ 20 จะมีเงินเดือน

เดือนละ 112,244.451 บาทและถ้าลาออกจะได้เงิน 1,122,444.51 บาท

พิจารณาต่อบริษัทที่ 3 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } S_{20} = 35000\left(\frac{105}{100}\right)^{20} + 2500(20)$$

$$S_{20} = 142,865.421$$

แสดงว่า สำหรับบริษัทที่ 3 ถ้าทำงาน 20 ปี ปีที่ 20 จะมีเงินเดือน

เดือนละ 142,865.421 บาทและถ้าลาออกจะได้เงิน 1,428,654.21 บาท

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

เงินเดือนเมื่อลาออกในกรณีที่ทำงาน 10 ปี สำหรับแต่ละบริษัทเป็นดังนี้

บริษัทที่ 1 จะได้รับเงิน 740,255.41 บาท

บริษัทที่ 2 จะได้รับเงิน 737,566.55 บาท

บริษัทที่ 3 จะได้รับเงิน 820,011.312 บาท

เงินเดือนเมื่อลาออกในกรณีที่ทำงาน 20 ปี สำหรับแต่ละบริษัทเป็นดังนี้

บริษัทที่ 1 จะได้รับเงิน 1,460,905.34 บาท

บริษัทที่ 2 จะได้รับเงิน 1,122,444.51 บาท

บริษัทที่ 3 จะได้รับเงิน 1,428,654.21 บาท

ดังนั้น ถ้าทำงาน 10 ปี แล้วลาออก ควรเลือกทำงานบริษัทที่ 3

แต่ถ้าจะทำงาน 20 ปี แล้วลาออก ควรเลือกบริษัทที่ 1

ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

จากคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น จะให้คำแนะนำว่า

ถ้าจะทำงาน 10 ปี ควรสมัครเข้าทำงานที่บริษัทที่ 3 เพราะจะได้รับเงินเมื่อลาออก

เป็นจำนวน 820,011.312 บาท ซึ่งมากกว่าบริษัทที่ 1 เป็นจำนวน 79,755.902 บาท

และมากกว่าบริษัทที่ 2 เป็นจำนวน 82,444.762 บาท

สำหรับถ้าจะทำงาน 20 ปี ควรสมัครเข้าทำงานบริษัทที่ 1 เพราะจะได้รับเงินเมื่อลาออก

เป็นจำนวน 1,460,905.34 บาท ซึ่งมากกว่าบริษัทที่ 2 เป็นจำนวน 338,460.83 บาท

และมากกว่าบริษัทที่ 3 เป็นจำนวน 32,251.13 บาท

เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด”

ข้อที่	ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
1	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวอย่าง	1
	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวอย่าง	0.5
	- ไม่ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
2	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวแปร	1
	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวแปร	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
3	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้องบางส่วน	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม	0
4	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ได้ถูกต้อง	1
	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ	0
5	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
6	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทที่สำคัญได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทที่สำคัญได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทที่สำคัญไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด”

ข้อที่	ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
7	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0
8	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
8	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทเหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริง สมเหตุสมผล	3
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทเหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือ อธิบายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก ไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่สมเหตุสมผล	2
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของคำตอบแทนพนักงานในแต่ละบริษัทไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงและไม่สมเหตุสมผล	1
	- ไม่อธิบายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก	0
9	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้องมากกว่า 1 แนวคิด	1
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้อง 1 แนวคิด	0.5
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด”

ข้อที่	ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (10 คะแนน)	คะแนน
10	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
11	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เลย	0
ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (6 คะแนน)		
12	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	4
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่	3
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เพียงบางส่วน	2
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการใดเลย	0
13	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด”

ข้อที่	ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (2 คะแนน)	คะแนน
14	- แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0
14	- แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่แปลข้อสรุปเลย	0



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หัวข้อเรื่อง กิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 เวลา 100 นาที

การจัดการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก คือ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการสืบสวนสอบสวนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนได้เริ่มลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริง (real world situation) ที่กำหนด ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ปัญหาสถานการณ์จริงที่ใช้ในคาบเรียนนี้ได้แก่ สถานการณ์จริง “แคปซูลอาหารเสริม” ซึ่งเป็นสถานการณ์ของโรงงานผลิตอาหารเสริมแห่งหนึ่ง โรงงานแห่งนี้ผลิตอาหารเสริมเกี่ยวกับสมุนไพรเพื่อช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย โรงงานต้องการจะนำสารสกัดสมุนไพรชนิดผงบรรจุลงแคปซูล โดยโรงงานแห่งนี้มีแม่แบบในการผลิตแคปซูล 3 แบบ ซึ่งแคปซูลแต่ละแบบมีความสูง รัศมี วัตถุประสงค์การผลิต ระยะเวลาการสลายตัวของแคปซูล และระยะเวลาในการผลิตแคปซูลต่อ 1,000 เม็ด ที่แตกต่างกัน

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.1.1 คำนวณจำนวนของกระปุกที่แคปซูลแต่ละชนิดบรรจุลงกระปุกละ 30 เม็ดได้

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.2.1 (เริ่ม) ลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด (กิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม”) ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกลุ่ม

1.2.2 สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของกลุ่ม หน้าชั้นเรียนได้

1.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

1.3.1 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกลุ่ม

1.3.2 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายของกลุ่ม

1.3.3 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

2. สารการเรียนรู้

2.1 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ทำความเข้าใจปัญหา

เมื่อเริ่ม นักเรียนจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับปัญหา และคิดว่าสิ่งที่ต้องการค้นหาคืออะไร จากนั้นทำความเข้าใจแล้วแสดงส่วนสำคัญ นั่นคือ ข้อมูลและเงื่อนไข หรือตัวแปรที่ไม่สามารถทราบค่าได้ ซึ่งการพิจารณามองถึงปัญหาอย่างไตร่ตรองเพื่อให้เกิดความเข้าใจนั้น นักเรียนควรที่จะพิจารณาอย่างรอบครอบ คิดไตร่ตรองเข้าไปเข้ามา ใช้วิธีการคิดที่หลากหลาย เพื่อที่จะทำให้เข้าใจถึงปัญหาอย่างชัดเจน เช่น การแสดงสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองด้วยการเขียน การเขียนแผนภูมิ การเขียนรูป เป็นต้น

2) วางแผนแก้ปัญหา

หลังจากที่นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาแล้ว จะต้องหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของข้อมูล รวมไปถึงตัวไม่รู้ค่า เพื่อพิจารณาร่วมกับประสบการณ์ที่มีในการแก้ปัญหา แล้วกำหนดแผนการที่จะใช้แก้ปัญหา และสุดท้ายคือพิจารณาตัดสินใจนำเอายุทธวิธีที่ตนเองคิดว่ามีประสิทธิภาพที่สุด อันจะนำไปสู่การใช้แก้ปัญหา

3) ดำเนินการตามแผน

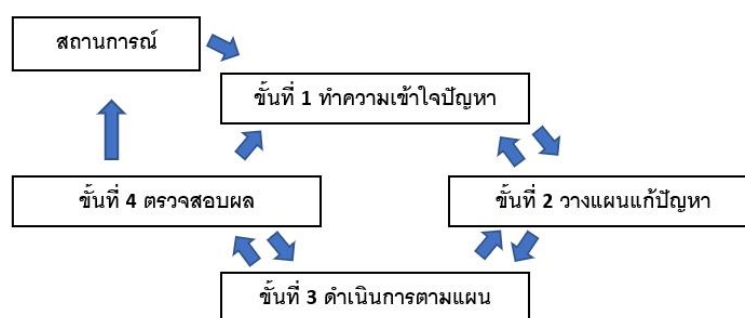
เมื่อนักเรียนวางแผนแก้ปัญหาแล้วจะต้องลงมือทำตามแผนที่ได้ตั้งไว้ เริ่มแรกโดยการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน ค้นหารายละเอียดต่าง ๆ เพิ่มเติมให้แผนที่ตั้งมีความชัดเจน แล้วลงมือ อันจะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบ แต่ถ้าแผนการของนักเรียนนั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้ นักเรียนต้องหาแนวทาง แผนการหรือยุทธวิธีอื่น ๆ ในการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ถือเป็นสิ่งดีในการพัฒนาผู้แก้ปัญหา

4) ตรวจสอบผล

หลังจากนักเรียนได้คำตอบให้คิดกลับไปยังคำตอบที่ได้หรือมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่ได้มา เริ่มแรกโดยจะต้องพิจารณาถึงหลักการ ความถูกต้อง ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม ความสมเหตุสมผล และการนำไปใช้ของคำตอบ รวมถึงวิธีการ ขั้นตอน กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่ใช้ จากนั้นจึงพิจารณาเพิ่มถึงสิ่งอื่น ๆ ที่เป็นบทสรุปที่เป็นไปได้

กระบวนการแก้ปัญหามาจากวิธีการดังกล่าว ได้ถูกนำมาปรับประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย พบเจออยู่ทั้งในตำราต่าง ๆ แบบฝึกหัด หนังสือเรียนที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา แต่นักการศึกษาส่วนใหญ่เห็นตรงกันถึงการจำเป็นต้องปฏิบัติ

ตามลำดับแต่ละขั้นตอน ต้องไล่จากขั้นตอนที่หนึ่งไปยังขั้นตอนที่สี่เสมอ เริ่มที่ขั้นตอนใดแล้วจะย้อนกลับไม่ได้ ดังนั้นกระบวนการนี้จึงกลายเป็นกระบวนการที่เน้นการได้คำตอบมากกว่าการพิจารณา การคิดในการแก้ปัญหา ต่อมาวิลสันและคณะ จึงได้เสนอแนะกรอบแนวคิดสำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงสิ่งที่เป็นพลวัต โดยสามารถวนไปเวียนมาได้ และมีลำดับไม่ตายตัว ดังแผนภูมิ



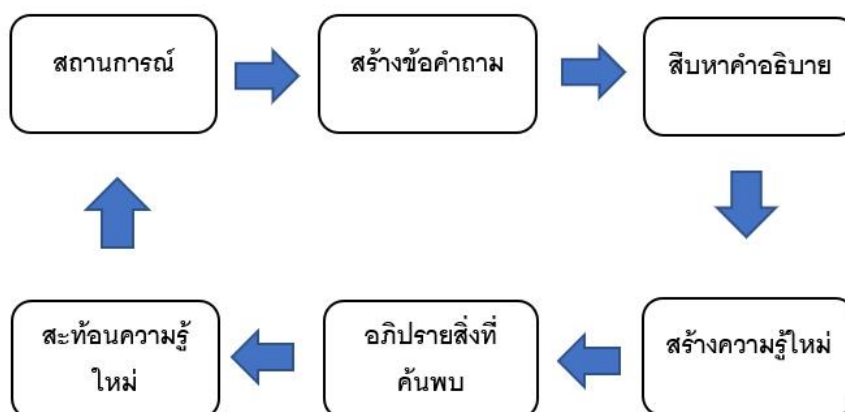
ภาพประกอบที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหของวิลสันและคณะ

เราสามารถอธิบายแผนภูมิข้างต้นได้ดังนี้

เมื่อเผชิญสิ่งที่เป็นปัญหาโดยสิ่งนั้นอาจเป็นสถานการณ์ เริ่มแรกนักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน จากนั้นพิจารณาถึงแนวทาง แผนการที่จะใช้แก้ปัญหา รวมถึงกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม แล้วดำเนินการตามแนวทางที่เลือกหรือแผนที่จะใช้ เพื่อแก้ปัญหา จนสามารถหาคำตอบได้ ทำดีที่สุดได้ตรงต่อความต้องการ ความเป็นไปได้ของบทสรุปที่สามารถหามาได้ รวมถึงการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนสำหรับยุทธวิธีที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในรูปจะมีทิศทาง การแสดงการตัดสินใจหรือการไตร่ตรองที่จะเลื่อนการกระทำจากขั้นตอนใด ๆ ไปสู่อีกขั้นตอน บางครั้งจำเป็นต้องมองย้อนกลับไปขั้นตอนที่แล้วเมื่อเกิดข้อสงสัยหรือปัญหา เช่น ถ้านักเรียนแก้ปัญหาขั้นทำความเข้าใจปัญหา แล้วเข้าใจอย่างชัดเจน ก็เลื่อนสิ่งที่จะต้องปฏิบัติต่อปรากฏการณ์นั้นเข้าไปยังขั้นต่อไปคือขั้นวางแผนแก้ปัญหา ถ้าเกิดติดขัดจนไม่สามารถดำเนินการได้ ก็สามารถย้อนไปยังขั้นของวางแผน หรือขั้นของทำความเข้าใจปัญหาก็ได้ เนื่องจากขั้นตอนแนวทาง หรือวิธีการนี้ สามารถพอเจอและใช้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในชีวิตจริงได้ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้ที่แก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป ซึ่งกระบวนการนี้ถูกเรียกว่ากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

2.2 กระบวนการสืบสวนสอบสวน

กระบวนการในสืบสวนสอบสวน คือกระบวนการที่เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่สนใจ นักเรียนจะต้อง คิดโดยอาจต้องพิจารณาถึงปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือปรากฏการณ์ที่พบเจอแล้วเป็นปัญหา จากนั้นสร้างข้อคำถามกับตัวเอง อาทิ เหตุการณ์แบบนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร มีปัจจัยใดบ้างที่เป็นสาเหตุ มีสิ่งใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร แต่ละสิ่งในปรากฏการณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นต้น ลักษณะข้อสงสัยของนักเรียนควรจะสามารมีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ อาจมีได้หลายหลายไม่จำกัด หรือบางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องมีคำตอบ เมื่อได้ข้อสงสัย นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อสืบหาคำอธิบายจากข้อสงสัยหรือข้อคำถามของตนเอง อาจทำการศึกษาโดยใช้วิธีการทดลอง สัมภาษณ์ สังเกต เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ ใช้วิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของข้อคำถามของตนเอง สิ่งที่ได้จากข้อสรุปเหล่านี้จะถูกเรียกว่า ความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องนำเอาสิ่งเหล่านี้ไปอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนนักเรียน หรือครูผู้สอน ในความเป็นไปได้ ความสมเหตุสมผล ความเหมาะสม ความถูกต้อง เพื่อสะท้อนออกมาให้ได้ซึ่งความรู้ใหม่ โดยความรู้ตรงนี้จะเป็นตัวที่ช่วยตอบคำถามของปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือตอบข้อสงสัยปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาที่พบเจอ สามารถแสดงกระบวนการสืบสวนสอบสวนได้ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 กระบวนการสืบสวนสอบสวนของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.3 กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (problem solving process by mathematical model) ซึ่งดัดแปลงมาจากกระบวนการแก้ปัญหา

ตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ (Wilson and others) กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของจิออดาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน (Frank R. Giordano, William P. Fox, Steven B. Horton) และกระบวนการสืบสวนสอบสวนของสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์และเทคโนโลยี

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะประกอบไปด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริงโดยในขั้นนี้จะใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนเข้ามาช่วยในการสืบค้น ค้นหาและสรุปตัวแปรที่เกี่ยวข้องของสถานการณ์จริง (2) ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) ขั้นการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ (4) ขั้นแปลความหมายของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบที่ 3 กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบข้างต้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (Understanding a real world situation)

ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับสถานการณ์จริง พิจารณาวิเคราะห์ เพื่อที่จะระบุรายละเอียดที่สำคัญต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงโดยใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนเข้ามาช่วยในการสืบค้นสถานการณ์จริงเพิ่มเติม เชื่อมโยงสิ่งที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่เผชิญ ค้นหาสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง เขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญ ข้อดีข้อเสีย อธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง รวมถึงพิจารณาความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องที่จะช่วยในการแก้ปัญหา ในการที่จะทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ต้องใช้มุมมองที่เปิดกว้างเพื่อที่จะทำให้เกิดแนวทางทำความเข้าใจที่มากขึ้น อาจใช้ภาษาตนในการสรุปความเข้าใจ มีการปรับเปลี่ยนวิธีการคิด พิจารณาจากบริบทต่าง ๆ ที่อยู่โดยรอบ ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ควรที่จะมุ่งค้นหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจที่สามารถสร้างข้อสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Applying the real world situation to the mathematical problem)

ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง แล้วนำมาพิจารณาเพื่อวิเคราะห์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้อง อาจจะใช้ร่วมกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่แต่เดิม หลังจากนั้นปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” ให้อยู่ในรูปของ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (Mathematical model) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” เหล่านั้น เพื่อที่จะนำไปสู่ข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Adapting and applying a mathematical model to solve the mathematical problem)

ขั้นการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการ ในการที่ใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ที่ได้จากการที่นักเรียนระบุตัวไม่ทราบค่า ที่เกิดจากการปรับเปลี่ยน

“ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ในขั้นตอนก่อนหน้า จนกระทั่งสามารถหาและเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นที่ 4 **ชั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (Interpreting the answer to real world situation)**

ชั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง เป็นขั้นตอนที่ต้องกรำให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ หรือสิ่งที่ต้องคาดการณ์ พยากรณ์ รวมทั้งทำนาย เพื่อที่จะแสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ แล้วจึงแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสอง

ฟังก์ชันกำลังสอง (Quadratic function) คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ $a \neq 0$ ซึ่งกราฟของฟังก์ชันกำลังสองเรียกว่า พาราโบลา เช่น $f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = 4x^2 + 3x + 7\}$ เป็นฟังก์ชันกำลังสอง เพราะสมการของฟังก์ชัน f อยู่ในรูป $y = 4x^2 + 3x + 7$ โดยที่ $a = 4, b = 3$ และ $c = 7$

ฟังก์ชันกำลังสองสามารถเขียนในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ คือ

$$f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = ax^2 + bx + c, a \neq 0\}$$

ตัวอย่างเพิ่มเติม เช่น

1. $y = 4x^2 + 1$
2. $y = -3x^2 + 2x$
3. $y = 7x^2 + 2x - 1$

3. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

- 3.1 ใบกิจกรรม เรื่อง “แคปซูลอาหารเสริม”
- 3.2 ผลเฉลย เรื่อง “แคปซูลอาหารเสริม” (สำหรับครูเท่านั้น)
- 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก สำหรับกิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” (สำหรับครูเท่านั้น)
- 3.4 แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์(สำหรับครูเท่านั้น)

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ขั้นนำ

สำหรับขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 10 นาที ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการสืบสวนสอบสวน โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อทบทวน ดังรายละเอียดสาระข้อที่ 2.1 – 2.3 ซึ่งมีประเด็นคำถาม ดังนี้

(1) กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (devising a plan)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (carrying out the plan)

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (looking back)

(2) กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็น

คำตอบของสถานการณ์จริง)

(3) กระบวนการสืบสวนสอบสวนสามารถมีส่วนช่วยในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการสืบสวนสอบสวนสามารถช่วยในการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติม ทำให้สามารถนำข้อมูลไปช่วยในการแก้ปัญหาได้)

เป็นต้น

4.1.2 เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน ครูสรุปคำตอบที่ถูกต้องและข้อคิดเห็นของแต่ละข้อคำถามอีกครั้ง

4.2 ขั้นสอน

ในส่วนของขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 80 นาที โดยจะมีรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 ครูแบ่งกลุ่มให้กับนักเรียน โดยครูจะแบ่งนักเรียนออกเป็น กลุ่มละ 4 คน โดยที่ในแต่ละกลุ่ม นักเรียนในกลุ่มจะมีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (สูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน)

4.2.2 ครูชี้แจงแนวปฏิบัติในชั้นเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงเป็นกลุ่ม ซึ่งได้แก่

- (1) วิธีการ/แนวทางที่จะดำเนินการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด
 - (2) วิธีการ/แนวทางที่จะดำเนินการเขียนสรุป อธิบาย และอภิปรายถึงกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์จริงที่ครูได้กำหนดให้
 - (3) วิธีการ/แนวทางในการที่จะเขียนแสดงผลเฉลยในใบกิจกรรม
 - (4) การนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- หน้าชั้นเรียน โดยครูจะต้องเน้นย้ำเสมอว่า “ทุกคนในกลุ่มจะต้องเข้าใจผลเฉลยของกลุ่มและสามารถอธิบายได้” เมื่อครูชี้แจงเสร็จเสร็จครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม ถ้านักเรียนคนใดมีข้อสงสัย (ถ้ามี)

4.2.3 เพื่อให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการสืบสวนสอบสวนมากยิ่งขึ้น ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง “แคปซูลอาหารเสริม” ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วนำเสนอสถานการณ์จริง “แคปซูลอาหารเสริม” คอยกระตุ้น ให้คำแนะนำ เพื่อที่จะทำให้ให้นักเรียนนั้นต้องการที่จะแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนดผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2.4 เพื่อให้นักเรียนมีข้อมูลเพิ่มเติมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับ สถานการณ์จริง “แคปซูลอาหารเสริม” ครูนำพาให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนในการหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมด้วยตนเอง และอาจใช้ข้อคำถามเพื่อกระตุ้นการสืบค้นของนักเรียน ดังนี้

- (1) ในชีวิตจริงของนักเรียน ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่ใช้แคปซูลในการบรรจุ มีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า วิตามิน C พลัส, แบนเนอร์ ไรท์, Vitalux-Plus เป็นต้น)

(2) การเลือกแคปซูลมาบรรจุอาหารเสริม จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ขนาดของแคปซูล ระยะเวลาการสลายตัวของแคปซูล วัตถุประสงค์ในการผลิตแคปซูล ระยะเวลาในการผลิตแคปซูล ราคาของแคปซูล ความปลอดภัยในการบรรจุของแคปซูล เป็นต้น)

(3) หากพิจารณาเทียบกับสถานการณ์จริงจากใบกิจกรรมที่คุณแจก นักเรียนคิดว่าจากข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม มีสิ่งใดที่เหมือนกันบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ความสูงและรัศมีของแคปซูล วัตถุประสงค์การผลิต ระยะเวลาการสลายตัว และระยะเวลาในการผลิตแคปซูล)

เป็นต้น

4.2.5 เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเริ่มด้วยขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ครูให้นักเรียนได้พิจารณาในการที่จะทำความเข้าใจถึงสถานการณ์จริงที่ได้กำหนดมา จากนั้นครูตั้งข้อคำถามเพื่อที่จะดูความคิดเห็นของนักเรียน เช่น

(1) สถานการณ์จริงนี้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร

(นักเรียนควรตอบว่า การเลือกแคปซูลในการบรรจุอาหารเสริม)

(2) ในสถานการณ์จริง มีแคปซูลให้เลือกบรรจุ กี่ชนิด

(นักเรียนควรตอบว่า มีแคปซูลให้เลือกบรรจุ 3 ชนิด ได้แก่ แคปซูลชนิดที่ 1 แคปซูลชนิดที่ 2 และแคปซูลชนิดที่ 3)

(3) สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ชนิดของแคปซูลผงสารสกัดที่สามารถบรรจุลงกระปุกละ 30 เม็ด ได้จำนวนกระปุกมากที่สุด และจำนวนของกระปุกที่แคปซูลแต่ละชนิดบรรจุลงกระปุกละ 30 เม็ด ได้จำนวนกระปุกมากที่สุด)

(4) ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า รูปแบบของอาหารเสริม รายละเอียดของแคปซูลแต่ละชนิด ปริมาณสารสกัดเพื่อทำเป็นผงบรรจุลงแคปซูลและการบรรจุแคปซูลลงกระปุกจะต้องบรรจุกระปุกละ 30 เม็ด)

(5) นักเรียนสามารถเขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของแคปซูลแต่ละชนิดได้หรือไม่ อย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถเขียนตารางแสดงได้ดังนี้)

ชนิดแคปซูล	ความสูง (เซนติเมตร)	รัศมี (เซนติเมตร)
1	2	0.6
2	2.5	0.55
3	2.3	0.58

(6) นักเรียนสามารถเขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแคปซูลแต่ละชนิดได้หรือไม่ อย่างไร

นักเรียนควรตอบว่า สามารถเขียนตารางแสดงได้ดังนี้

ชนิดแคปซูล	ข้อดีของแคปซูล	ข้อเสียของแคปซูล
1	- ความสูงของแคปซูลน้อยที่สุด	- ระยะเวลาในการผลิตนานที่สุด - รัศมีของแคปซูลมากที่สุด
2	- ระยะเวลาในการสลายตัวเร็วที่สุด - รัศมีของแคปซูลมากที่สุด	- ความสูงของแคปซูลน้อยที่สุด
3	- ระยะเวลาในการผลิตเร็วที่สุด	- ระยะเวลาในการสลายตัวช้าที่สุด

(7) จากตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของแคปซูลแต่ละชนิดและตารางแสดงข้อดีและข้อเสียแคปซูลแต่ละชนิดสิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า ปริมาณสารสกัดที่โรงงานแห่งนี้ผลิตคือ 3,000 กรัม และจำนวนเม็ดที่จะบรรจุลงกระปุก 30 เม็ด นำมาพิจารณาร่วมคือ หาปริมาตรของแคปซูลแต่ละชนิด เพื่อเปรียบแคปซูลชนิดที่บรรจุสารสกัดได้น้อยที่สุด จากนั้นจึงนำไปบรรจุลงกระปุก ดังนั้น

เพื่อความถูกต้องจึงต้องคำนวณเพื่อให้ทราบถึงจำนวนกระปุกที่แคปซูลแต่ละชนิดสามารถนำไปบรรจุได้ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแคปซูลทั้ง 8 ชนิด)

(8) ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ ฟังก์ชันกำลังสอง (กำหนดตัวแปรและแทนค่า))

เป็นต้น

4.2.6 เมื่อนักเรียนเข้าใจสถานการณ์จริงที่กำหนดแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละคนคิดค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา (ถ้ามี) ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องปรึกษาคนอื่น (ใช้เวลาประมาณ 2 - 3 นาที)

4.2.7 หลังจากได้คิดเป็นรายบุคคลแล้ว ให้นักเรียนนำแนวคิดของตนมาแลกเปลี่ยนกันในกลุ่ม (อาจเริ่มจากแลกเปลี่ยนกัน 2 คนก่อน แล้วทั้งกลุ่ม) จนกระทั่งสามารถค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงได้ หลังจากนั้นให้นักเรียนปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” เหล่านั้นให้อยู่ในรูปแบบ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง และสามารถนำไปใช้ในการค้นหาคำตอบได้

4.2.8 ถ้ามีนักเรียนกลุ่มใดมีข้อสงสัยหรือไม่สามารถปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” ให้อยู่ในรูปแบบ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” และค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ได้ ครูอาจช่วยนักเรียนโดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ซึ่งประเด็นคำถามมีดังนี้

(1) ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญสถานการณ์จริง มีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า จำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก) ปริมาณสารสกัดทั้งหมด (กรัม) ปริมาณสารสกัดใน 1 เม็ด (ลูกบาศก์เซนติเมตร) จำนวนเม็ดยาใน 1 กระปุก รัศมีของแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร) และแทนความสูงแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร))

(2) นักเรียนคิดว่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง ควรปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ได้อย่างไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ควรปรับ
 จำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก)
 ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [A]
 ปริมาณสารสกัดทั้งหมด (กรัม)
 ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [B]
 ปริมาณสารสกัดใน 1 เม็ด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
 ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [C]
 จำนวนเม็ดยาใน 1 กระปุก
 ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [D]
 รัศมีของแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร)
 ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [r]
 และความสูงแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร)
 ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [h])
 เป็นต้น

4.2.9 ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มกำลังปรับเปลี่ยนตัวแปรที่นักเรียนได้กำหนดขึ้นมาจากขั้นตอนก่อนหน้านี้ ให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องคอยเฝ้าดูการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงของทั้งชั้นเรียน พิจารณาถึงพฤติกรรมต่าง ๆ ในการทำงานที่ครูจะนำไปใช้ประเมินผลของนักเรียนที่เกิดขึ้น

4.2.10 ถ้านักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมดได้ปรับเปลี่ยนตัวแปรของสถานการณ์จริงที่นักเรียนได้กำหนดเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์เรียบร้อยแล้ว ครูจะต้องให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อย่างละเอียด เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้น ครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันเขียนรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมของกลุ่มตนเอง

4.2.11 ถ้านักเรียนทั้งชั้นเรียนได้ข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว ครูให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา แล้วเปรียบเทียบ/ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงก่อน โดยใช้วิธีการตั้งประเด็นคำถามแล้วให้นักเรียนได้ร่วมกันตอบ ซึ่งประเด็นคำถามมีดังนี้

(1) ถ้าเปลี่ยน “ปริมาณสารสกัดทั้งหมด (กรัม)” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาจำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก) ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาจำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก) ได้ เพียงเปลี่ยนค่าของตัวไม่ทราบค่า [B] แล้วคำนวณหาจำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก) ออกมา)

(2) ถ้าเปลี่ยน “จำนวนเม็ดยาใน 1 กระปุก” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาจำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก) ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาจำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก) ได้ เพียงเปลี่ยนค่าของตัวไม่ทราบค่า [D] แล้วคำนวณหาจำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก) ออกมา)

(3) ถ้าเปลี่ยน “ปริมาณสารสกัดใน 1 เม็ด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)” เป็น “ปริมาณสารสกัดใน 1 เม็ด (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาจำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก) ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า ไม่สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาจำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก) ได้ เพราะตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จะคำนวณออกมาสำหรับปริมาณสารสกัดที่บรรจุอยู่ในแคปซูลซึ่งมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่สามารถใช้ได้กับปริมาณสารสกัดที่บรรจุอยู่ในแคปซูลซึ่งมีหน่วยเป็นลูกบาศก์มิลลิเมตร)

เป็นต้น

4.2.12 หลักจากที่นักเรียนได้ แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลแล้ว ครูให้นักเรียนแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันเขียนรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมของกลุ่มตนเอง

4.2.13 เมื่อนักเรียนทั้งชั้นเรียนได้ข้อสรุปของสถานการณ์จริงแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม” หน้าชั้นเรียน หรือครูอาจสุ่มเลือกนักเรียนบางกลุ่มที่แก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความแตกต่างกัน” (ถ้ามี)

4.2.14 ครูให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนพิจารณาและร่วมกันอภิปราย “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของแต่ละกลุ่ม ซึ่งประเด็นที่ใช้ในการอภิปรายมี ดังนี้

(1) ในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ขั้นตอนใดมีความยุ่งยากซับซ้อนที่สุด เพราะเหตุใด

(2) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหานี้ มีอะไรบ้าง

(3) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของกลุ่มใดมีประสิทธิภาพที่สุดเพราะเหตุใด

(4) ถ้าเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” บางอย่าง แล้ว “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา จะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

(5) การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของกลุ่มใดชัดเจนที่สุด เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.2.15 ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุป “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ประเด็นที่ใช้ในการสรุปมีดังนี้

(1) สิ่งสถานการณ์จริงต้องการหา คืออะไร

(2) ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง มีอะไรบ้าง

(3) แนวคิด/ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา สถานการณ์จริงนี้มีอะไรบ้าง

(4) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงนี้ มีอะไรบ้าง

(5) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ใดมีประสิทธิภาพที่สุด เพราะเหตุใด

(6) ถ้าเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” บางอย่าง แล้ว “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง จะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

(7) เราสามารถใช้ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ในการหา “คำตอบของสถานการณ์จริงที่กำหนด” ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.3 ขั้นสรุป

สำหรับในขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 10 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 เพื่อทบทวนความรู้ เรื่อง “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ครูถามคำถามให้นักเรียนตอบโดยมีประเด็นคำถาม ดังนี้

(1) กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (devising a plan)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (carrying out the plan)

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (looking back)

(2) กระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง)

(3) จากกระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนใดสำคัญที่สุด เพราะเหตุใด

(นักเรียนควรตอบว่า จากกระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่สำคัญที่สุด คือ ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงสถานการณ์จริงเข้าสู่ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ และเป็นขั้นตอนที่จะทำให้เราได้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” เพื่อที่จะได้นำไปใช้ใน
หาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป)

4.3.2 เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน ครูสรุปคำตอบที่ถูกต้องและ
ข้อคิดเห็นของแต่ละข้อคำถามอีกครั้ง



5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์</p> <p>1. คำนวณจำนวนของกระปุกที่แคปซูลแต่ละชนิดบรรจุลงกระปุกละ 30 เม็ดได้</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” และจำนวนคำถามที่นักเรียนตอบได้ถูกต้อง</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>ใบกิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม” ข้อที่ 12 (มีคำถามจำนวน 1 ข้อ)</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <p>ในข้อคำถาม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้องครบถ้วน จะได้ คะแนน 2 คะแนน - ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน จะได้ คะแนน 1 คะแนน - ถ้า นักเรียน ตอบไม่ถูกต้อง จะได้ คะแนน 0 คะแนน <p>เกณฑ์การประเมินผล :</p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 1 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>
<p>ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ :</p> <p>1. (เริ่ม) ลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด (กิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม”) ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม เรื่อง แคปซูลอาหารเสริม</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>ใบกิจกรรม เรื่อง แคปซูลอาหารเสริม</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <p>ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกแบบวิเคราะห์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ดังตารางแนบ</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล :</p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 18 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>2. สื่อ ความหมายทาง คณิตศาสตร์และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของกลุ่ม หน้าชั้นเรียนได้</p>	<p>วิธีวัดผล : พิจารณาความถูกต้องและ ชัดเจน ของการอธิบายและ นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>เครื่องมือวัดผล : แบบสังเกตพฤติกรรมในการ แก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้านักเรียนอธิบายและนำเสนอ กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัว แบบ เชิง คณิต ศาสตร์ เพื่อ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>ได้</u> <u>ถูกต้องและชัดเจน</u> จะได้ คะแนน 3 คะแนน - ถ่า นักเรียน อธิบาย และ นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>พอสื่อให้เข้าใจได้</u> <u>ครบถ้วน</u> จะได้ คะแนน 2 คะแนน - ถ่า นักเรียน อธิบาย และ นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>พอสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน</u> จะได้ คะแนน 1 คะแนน - ถ่า นักเรียน ไม่อธิบายและ นำเสนอกระบวนการใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์เลย จะได้ คะแนน 0 คะแนน <p>เกณฑ์การประเมินผล : ถ่า นักเรียน ได้คะแนน มากกว่า 1 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ :</p> <p>1. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาเป็นรายกลุ่ม</p> <p>2. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการอภิปรายของกลุ่ม</p> <p>3. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการอภิปรายหน้าชั้นเรียน</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาพฤติกรรมหรือการแสดงออกของนักเรียน ขณะตอบคำถามหรือทำงานที่มอบหมาย โดยมีครูเป็นผู้สังเกตแล้วบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <p>ในแต่ละข้อของแบบสังเกตพฤติกรรม</p> <p>- ถ้า นักเรียน แสดงออกให้เห็น <u>อย่างเด่นชัด</u> จะได้ คะแนน 2 คะแนน</p> <p>- ถ้า นักเรียน แสดงออกให้เห็น <u>เพียงเล็กน้อย</u> จะได้ คะแนน 1 คะแนน</p> <p>- ถ้า นักเรียน <u>ไม่แสดงออกเลย</u> จะได้ คะแนน 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล :</p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 2 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

6.1 ด้านนักเรียน

(ระบุ ความรู้ / ทักษะและกระบวนการ / คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่พบ)

6.2 ด้านผู้สอน

(ระบุ ปัญหาหรือผลการจัดการเรียนรู้ / ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

6.3 ด้านอื่นๆ (ถ้ามี)

กิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม”

อาหารเสริม คือ สารอาหารที่รับประทานเพิ่มเติมจากมื้ออาหารหลัก อาจใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการแพทย์ หรือเพื่อบำรุงสุขภาพตามความต้องการแต่ละบุคคล ส่วนสารอาหารที่มักถูกนำมาทำเป็นอาหารเสริม ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ กรดอะมิโน ฟอสฟอรัส สังกะสี สมอง ไพรต่าง ๆ เพราะการรับประทานอาหารที่ได้แร่ธาตุ วิตามินครบตามที่ร่างกายต้องการใน 1 วันค่อนข้างเป็นไปได้ยาก จึงทำให้อาหารเสริมถูกผลิตออกมาให้สามารถรับประทานได้ในหลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบเม็ด แบบแคปซูล แบบผง หรือแบบน้ำ เป็นต้น



โรงงานผลิตอาหารเสริมแห่งหนึ่ง จะนำสารสกัดจากพืชและสมุนไพรต่าง ๆ มาทำเป็นผง จากนั้นจะอัดลงแคปซูล ซึ่งมีแม่แบบในการผลิตแคปซูล 3 แบบ (capsuline.com/pages/empty-capsule-size-chart, 2021) ดังตาราง

ชนิดแคปซูล	ความสูง (เซนติเมตร)	รัศมี (เซนติเมตร)	วัตถุประสงค์การผลิต	ระยะเวลาการสลายตัว	ระยะเวลาการผลิตแคปซูลต่อ 1000 เม็ด
1	2	0.6	แข็งช้าวเหนียว	7 นาที	4 ชั่วโมง
2	2.5	0.55	แข็งช้าวเจ้า	5 นาที	3 ชั่วโมง 30 นาที
3	2.3	0.58	แข็งช้าวโพด	8 นาที	2 ชั่วโมง 15 นาที

โดยปกติโรงงานต้องการผลิตอาหารเสริมแห่งนี้ จะสกัดสารเพื่อทำเป็นผงปริมาณ 3,000 กรัม ซึ่งโรงงานต้องการชนิดของแคปซูลที่จะสามารถนำไปบรรจุลงกระปุกได้มากที่สุด โดยบรรจุกระปุกละ 30 เม็ด ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของโรงงานแห่งนี้ นักเรียนจะตัดสินใจเลือกแคปซูลชนิดใด และสามารถบรรจุได้ที่กระปุก

รหัส ชื่อ งานกลุ่ม งานเดี่ยว

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแล้วตอบคำถามข้อที่ 1 - 2

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่ถูกบรรจุโดยแคปซูลในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
2. การเลือกแคปซูลมาบรรจุอาหารเสริมที่นักเรียนสืบค้น จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรบ้าง

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในใบกิจกรรมแล้วตอบคำถามข้อที่ 3 - 14

3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม การเลือกแคปซูลมาบรรจุอาหารเสริม มีปัจจัยใดที่เหมือนกันบ้าง
4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของแคลคูลัสแต่ละชนิด

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแคลคูลัสแต่ละชนิด

ชนิด แคลคูลัส	ข้อดีของแคลคูลัส	ข้อเสียของแคลคูลัส
1		
2		
3		

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 - 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 - 8 ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11



13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

**ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์
ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง**

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”
ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

เฉลยกิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม”

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่ถูกรวจูโดยแคปซูลในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
 - วิตามิน C พลัส, แบนเนอร์ ไรท์, Vitalux-Plus เป็นต้น
2. การเลือกแคปซูลมาบรรจุอาหารเสริมที่นักเรียนสืบค้น จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรบ้าง
 - ขนาดของแคปซูล ระยะเวลาการสลายตัวของแคปซูล วัตถุประสงค์ในการผลิต แคปซูล ระยะเวลาในการผลิตแคปซูล ราคาของแคปซูล ความปลอดภัยในการบรรจุของแคปซูล เป็นต้น
3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม การเลือกแคปซูลมาบรรจุอาหารเสริม มีปัจจัยใดที่เหมือนกันบ้าง
 - ความสูงและรัศมีของแคปซูล วัตถุประสงค์การผลิต ระยะเวลาการสลายตัว และระยะเวลาในการผลิตแคปซูล
4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
 - ชนิดของแคปซูลผงสารสกัดที่สามารถบรรจุลงกระปุกละ 30 เม็ด แล้วได้จำนวนกระปุกมากที่สุด
 - จำนวนของกระปุกที่แคปซูลแต่ละชนิดบรรจุลงกระปุกละ 30 เม็ด ที่ได้จำนวนกระปุกมากที่สุด
5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง
 - รูปแบบของอาหารเสริม
 - รายละเอียดของแคปซูลแต่ละชนิด
 - ปริมาณสกัดสารเพื่อทำเป็นผงบรรจุลงแคปซูล
 - การบรรจุแคปซูลลงกระปุกจะต้องบรรจุกระปุกละ 30 เม็ด

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญ
ของแคปซูลแต่ละชนิด

ชนิดแคปซูล	ความสูง (เซนติเมตร)	รัศมี (เซนติเมตร)
1	2	0.6
2	2.5	0.55
3	2.3	0.58

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแคปซูลแต่ละชนิด

ชนิดแคปซูล	ข้อดีของแคปซูล	ข้อเสียของแคปซูล
1	- ความสูงของแคปซูลน้อยที่สุด	- ระยะเวลาในการผลิต นานที่สุด - รัศมีของแคปซูลมากที่สุด
2	- ระยะเวลาในการสลายตัวเร็ว ที่สุด - รัศมีของแคปซูลน้อยที่สุด	- ความสูงของแคปซูลน้อย ที่สุด
3	- ระยะเวลาในการผลิตเร็วที่สุด	- ระยะเวลาในการสลายตัว ช้าที่สุด

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 - 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

- ปริมาณสารสกัดที่โรงงานแห่งนี้ผลิตคือ 3,000 กรัม และจำนวนเม็ดที่จะบรรจุลงกระปุก 30 เม็ด นำมาพิจารณาร่วมคือ หาปริมาตรของแคปซูลแต่ละชนิด เพื่อเปรียบเทียบแคปซูลชนิดที่บรรจุสารสกัดได้น้อยที่สุด จากนั้นจึงนำไปบรรจุลงกระปุก ดังนั้นเพื่อความถูกต้องจึงต้องคำนวณเพื่อให้ทราบถึงจำนวนกระปุกที่แคปซูลแต่ละชนิดสามารถนำไปบรรจุได้ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแคปซูลทั้ง 3 ชนิด

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง
- การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ ฟังก์ชันกำลังสอง (กำหนดตัวแปรและแทนค่า) และ ปริมาตรของทรงกระบอก ปริมาตรของทรงกลม เพราะต้องหาปริมาณของแคปซูลแต่ละชนิด

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 - 8 ให้อยู่ในรูปแบบ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

กำหนดให้

- A แทนจำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก)
- B แทนจำนวนสารสกัดทั้งหมด (กรัม)
- C แทนปริมาณสารสกัดใน 1 เม็ด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
- D แทนจำนวนเม็ดยาใน 1 กระปุก (เม็ด)
- r แทนรัศมีของแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร)
- และ h แทนความสูงแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร)

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

$$A = \frac{C}{D} = \frac{\frac{B}{\pi r^2 h + \frac{4}{3}\pi r^3}}{D} = \frac{\pi r^2 (h + \frac{4}{3}r)}{D} = \frac{B}{\pi r^2 (h + \frac{4}{3}r)D}$$

เมื่อกำหนดให้

- A แทนจำนวนกระปุกที่แคปซูลสามารถบรรจุได้ (กระปุก)
- B แทนจำนวนสารสกัดทั้งหมด (กรัม)
- C แทนปริมาณสารสกัดใน 1 เม็ด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
- D แทนจำนวนเม็ดยาใน 1 กระปุก (เม็ด)
- r แทนรัศมีของแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร)
- และ h แทนความสูงแคปซูลแต่ละชนิด (เซนติเมตร)

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

$$\text{จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ คือ } A = \frac{B}{D} = \frac{B}{\pi r^2 (h + \frac{4}{3}r)} \text{ จะนำมาช่วย}$$

ในการพิจารณาเลือกชนิดของแคปซูลผงสารสกัดที่สามารถบรรจุลงกระปุก
ละ 30 เม็ด เพื่อที่จะได้จำนวนกระปุกมากที่สุด โดยเริ่มการบรรจุสารสกัดลงแคปซูล
พิจารณาจากแคปซูลชนิดที่ 1 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } A = \frac{3000}{(3.14)(0.6)^2 (2 + \frac{4}{3}(0.6))30}$$

$$A = 31.5944$$

แสดงว่า ถ้าใช้แคปซูลชนิดที่ 1 จะบรรจุลงกระปุกได้ จำนวน 31 กระปุก

พิจารณาต่อแคปซูลชนิดที่ 2 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } A = \frac{3000}{(3.14)(0.55)^2 (2.5 + \frac{4}{3}(0.55))30}$$

$$A = 32.5608$$

แสดงว่า ถ้าใช้แคปซูลชนิดที่ 2 จะบรรจุลงกระปุกได้ จำนวน 32 กระปุก

และพิจารณาต่อแคปซูลชนิดที่ 3 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } A = \frac{3000}{(3.14)(0.58)^2 (2.3 + \frac{4}{3}(0.58))30}$$

$$A = 30.8038$$

แสดงว่า ถ้าใช้แคปซูลชนิดที่ 3 จะบรรจุลงกระปุกได้ จำนวน 30 กระปุก

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการบรรจุสารสัลดงแคปซูล

ถ้าใช้แคปซูลชนิดที่ 1 จะบรรจุลงกระปุกได้ จำนวน 31 กระปุก

ถ้าใช้แคปซูลชนิดที่ 2 จะบรรจุลงกระปุกได้ จำนวน 32 กระปุก

ถ้าใช้แคปซูลชนิดที่ 3 จะบรรจุลงกระปุกได้ จำนวน 30 กระปุก

ดังนั้น แคปซูลผงสารสัลดงที่สามารถบรรจุลงกระปุกละ 30 เม็ด

ถ้าใช้แคปซูลชนิดที่ 2 จะได้จำนวนกระปุกมากที่สุด

ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”

ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

จากคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น เจ้าของโรงงาน
ต้องการผลิตอาหารเสริม จะต้องเลือกแคปซูลผงสารสัลดงที่สามารถบรรจุ
ลงกระปุกละ 30 เม็ด คือ แคปซูลชนิดที่ 2 เพราะจะได้จำนวนกระปุกมากที่สุดคือ
จำนวน 32 กระปุก ซึ่งมากกว่า แคปซูลชนิดที่ 1 จำนวน 1 กระปุก
และมากกว่าแคปซูลชนิดที่ 3 จำนวน 2 กระปุก

เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม”

ข้อที่	ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
1	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวอย่าง	1
	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวอย่าง	0.5
	- ไม่ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
2	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวแปร	1
	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวแปร	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
3	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้องบางส่วน	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม	0
4	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ได้ถูกต้อง	1
	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ	0
5	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
6	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของแคปซูลแต่ละชนิด ที่สำคัญได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของแคปซูลแต่ละชนิด ที่สำคัญได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของแคปซูลแต่ละชนิด ที่สำคัญไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม”

ข้อที่	ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
7	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแคปซูลแต่ละชนิดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแคปซูลแต่ละชนิดได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของแคปซูลแต่ละชนิดไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0
8	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของแคปซูลแต่ละชนิดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของแคปซูลแต่ละชนิดได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของแคปซูลแต่ละชนิดไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0
8	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของแคปซูลแต่ละชนิดเหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริง สมเหตุสมผล	3
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของแคปซูลแต่ละชนิดเหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือ อภิปรายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก ไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่สมเหตุสมผล	2
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของแคปซูลแต่ละชนิดไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงและไม่สมเหตุสมผล	1
	- ไม่อธิบายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก	0
9	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้องมากกว่า 1 แนวคิด	1
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้อง 1 แนวคิด	0.5
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม”

ข้อที่	ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (10 คะแนน)	คะแนน
10	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
11	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เลย	0
ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (6 คะแนน)		
12	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	4
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่	3
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เพียงบางส่วน	2
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการใดเลย	0
13	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใด เลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “แคปซูลอาหารเสริม”

ข้อที่	ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (2 คะแนน)	คะแนน
14	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน - แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใดเลย 	<p style="text-align: center;">1 0</p>
14	<ul style="list-style-type: none"> - แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน - แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่แปลข้อสรุปเลย 	<p style="text-align: center;">1 0</p>

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10

หัวข้อเรื่อง กิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 เวลา 100 นาที

การจัดการเรียนรู้ในคาบเรียนนี้มีจุดประสงค์การเรียนรู้หลัก คือ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการสืบสวนสอบสวนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนได้เริ่มลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริง (real world situation) ที่กำหนด ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

ปัญหาสถานการณ์จริงที่ใช้ในคาบเรียนนี้ได้แก่ สถานการณ์จริง “ต้นไม้เศรษฐกิจ” ซึ่งเป็นสถานการณ์ของการปลูกไม้สัก ไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย เพราะเป็นไม้ที่แข็งแรง กันน้ำ คนส่วนใหญ่นำไปปลูกบ้าน หรือทำวัสดุใช้งาน โดยต้องการปลูกไม้สักที่มีปริมาตรของเนื้อไม้มากที่สุด โดยมีไม้สักให้เลือกปลูก 3 สายพันธุ์ ซึ่งไม้สักแต่ละสายพันธุ์ มีความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 อัตราการเติบโตของความยาวเฉลี่ยของเส้นรอบวง ความสูงปีที่ 1 อัตราการเติบโตเฉลี่ยของความสูง สภาพอากาศที่ควรปลูก แตกต่างกัน

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.1.1 คำนวณปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่ายจากการปลูกเป็นระยะเวลา 9 ปี

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.2.1 (เริ่ม) ลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด (กิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ”) ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกลุ่ม

1.2.2 สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของกลุ่ม หน้าชั้นเรียนได้

1.3 ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

1.3.1 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกลุ่ม

1.3.2 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายของกลุ่ม

1.3.3 มีส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายหน้าชั้นเรียน

2. สารการเรียนรู้

2.1 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ทำความเข้าใจปัญหา

เมื่อเริ่ม นักเรียนจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับปัญหา และคิดว่าสิ่งที่ต้องการค้นหาคืออะไร จากนั้นทำความเข้าใจแล้วแสดงส่วนสำคัญ นั่นคือ ข้อมูลและเงื่อนไข หรือตัวแปรที่ไม่สามารถทราบค่าได้ ซึ่งการพิจารณามองถึงปัญหาอย่างไตร่ตรองเพื่อให้เกิดความเข้าใจนั้น นักเรียนควรที่จะพิจารณาอย่างรอบคอบ คิดไตร่ตรองเข้าไปเข้ามา ใช้วิธีการคิดที่หลากหลาย เพื่อที่จะทำให้เข้าใจถึงปัญหาอย่างชัดเจน เช่น การแสดงสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองด้วยการเขียน การเขียนแผนภูมิ การเขียนรูป เป็นต้น

2) วางแผนแก้ปัญหา

หลังจากที่นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาแล้ว จะต้องหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงของข้อมูล รวมไปถึงตัวไม่รู้ค่า เพื่อพิจารณาร่วมกับประสบการณ์ที่มีในการแก้ปัญหา แล้วกำหนดแผนการที่จะใช้แก้ปัญหา และสุดท้ายคือพิจารณาตัดสินใจนำเอายุทธวิธีที่ตนเองคิดว่ามีประสิทธิภาพที่สุด อันจะนำไปสู่การใช้แก้ปัญหา

3) ดำเนินการตามแผน

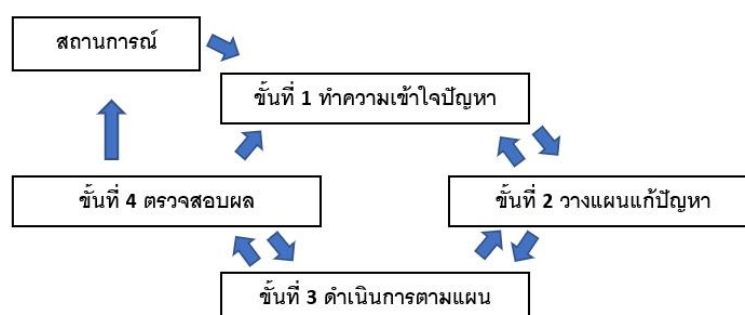
เมื่อนักเรียนวางแผนแก้ปัญหาแล้วจะต้องลงมือทำตามแผนที่ได้ตั้งไว้ เริ่มแรกโดยการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน คำนวณรายละเอียดต่าง ๆ เพิ่มเติมให้แผนที่ตั้งมีความชัดเจน แล้วลงมือ อันจะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบ แต่ถ้าแผนการของนักเรียนนั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้ นักเรียนต้องหาแนวทาง แผนการหรือยุทธวิธีอื่น ๆ ในการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ถือเป็นสิ่งดีในการพัฒนาผู้แก้ปัญหา

4) ตรวจสอบผล

หลังจากนักเรียนได้คำตอบให้คิดกลับไปยังคำตอบที่ได้หรือมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่ได้มาเริ่มแรกโดยจะต้องพิจารณาถึงหลักการ ความถูกต้อง ความเป็นไปได้ ความเหมาะสม ความสมเหตุสมผล และการนำไปใช้ของคำตอบ รวมถึงวิธีการ ขั้นตอน กลยุทธ์ต่าง ๆ ที่ใช้ จากนั้นจึงพิจารณาเพิ่มถึงสิ่งอื่น ๆ ที่เป็นบทสรุปที่เป็นไปได้

กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาจากวิธีการดังกล่าว ได้ถูกนำมาปรับประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย พบเจออยู่ทั้งในตำราต่าง ๆ แบบฝึกหัด หนังสือเรียนที่

เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา แต่นักการศึกษาส่วนใหญ่เห็นตรงกันถึงการจำเป็นต้องปฏิบัติตามลำดับแต่ละขั้นตอน ต้องไล่จากขั้นตอนที่หนึ่งไปยังขั้นตอนที่สี่เสมอ เริ่มที่ขั้นตอนใดแล้วจะย้อนกลับไม่ได้ ดังนั้นกระบวนการนี้จึงกลายเป็นกระบวนการที่เน้นการได้คำตอบมากกว่าการพิจารณา การคิดในการแก้ปัญหา ต่อมาวิลสันและคณะ จึงได้เสนอแนะกรอบแนวคิดสำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงสิ่งที่เป็นพลวัต โดยสามารถวนไปเวียนมาได้ และมีลำดับไม่ตายตัว ดังแผนภูมิ



ภาพประกอบที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหาของวิลสันและคณะ

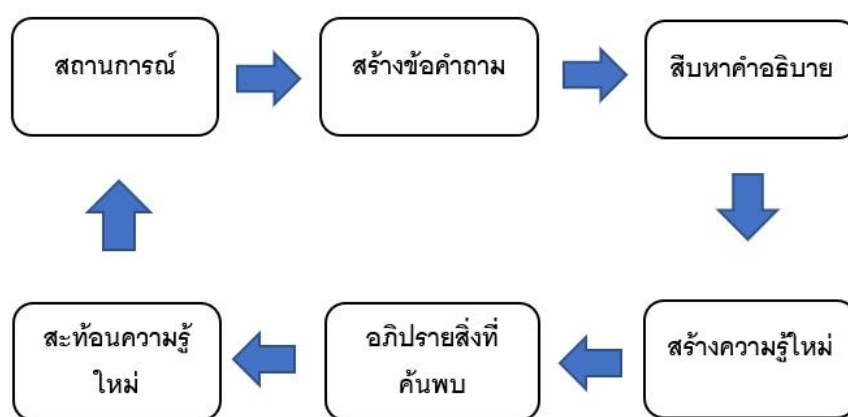
เราสามารถอธิบายแผนภูมิต่างนี้ได้ดังนี้

เมื่อเผชิญสิ่งที่เป็นปัญหาโดยสิ่งนั้นอาจเป็นสถานการณ์ เริ่มแรกนักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาก่อน จากนั้นพิจารณาถึงแนวทาง แผนการที่จะใช้แก้ปัญหา รวมถึงกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม แล้วดำเนินการตามแนวทางที่เลือกหรือแผนที่จะใช้ เพื่อแก้ปัญหา จนสามารถหาคำตอบได้ ทำยที่สุดได้ตรงตรงความต้องการ ความเป็นไปได้ของบทสรุปที่สามารถหามาได้ รวมถึงการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนสำหรับยุทธวิธีที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในรูปจะมีทิศทาง การแสดงการตัดสินใจหรือการไตร่ตรองที่จะเลื่อนการกระทำจากขั้นตอนใด ๆ ไปสู่อีกขั้นตอน บางครั้งจำเป็นต้องมองย้อนกลับไปขั้นตอนที่แล้วเมื่อเกิดข้อสงสัยหรือปัญหา เช่น ถ้านักเรียนแก้ปัญหาขั้นทำความเข้าใจปัญหา แล้วเข้าใจอย่างชัดเจน ก็เลื่อนสิ่งที่จะต้องปฏิบัติต่อปรากฏการณ์นั้นเข้าไปยังขั้นต่อไปคือขั้นวางแผนแก้ปัญหา ถ้าเกิดติดขัดจนไม่สามารถดำเนินการได้ ก็สามารถย้อนไปยังขั้นของวางแผน หรือขั้นของทำความเข้าใจปัญหากก็ได้ เนื่องจากขั้นตอนแนวทาง หรือวิธีการนี้ สามารถพอเจอและใช้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในชีวิตจริงได้ เพื่อใช้ใน

การแก้ปัญหา ดังนั้นผู้ที่แก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในชั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป ซึ่งกระบวนการนี้ถูกเรียกว่ากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต

2.2 กระบวนการสืบสวนสอบสวน

กระบวนการในสืบสวนสอบสวน คือกระบวนการที่เมื่อเผชิญสถานการณ์ที่สนใจ นักเรียนจะต้อง คิดโดยอาจต้องพิจารณาถึงปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือปรากฏการณ์ที่พบเจอแล้วเป็นปัญหา จากนั้นสร้างข้อคำถามกับตัวเอง อาทิ เหตุการณ์แบบนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร มีปัจจัยใดบ้างที่เป็นสาเหตุ มีสิ่งใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร แต่ละสิ่งในปรากฏการณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นต้น ลักษณะข้อสงสัยของนักเรียนควรจะสามารหมีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ อาจมีได้หลายหลายไม่จำกัด หรือบางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องมีคำตอบ เมื่อได้ข้อสงสัย นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อสืบหาคำอธิบายจากข้อสงสัยหรือข้อคำถามของตนเอง อาจทำการศึกษาโดยใช้วิธีการทดลอง สัมภาษณ์ สังเกต เพื่อนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ ใช้วิธีต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปของข้อคำถามของตนเอง สิ่งที่ได้จากข้อสรุปเหล่านี้จะถูกเรียกว่า ความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะต้องนำเอาสิ่งเหล่านี้ไปอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนนักเรียน หรือครูผู้สอน ในความเป็นไปได้ ความสมเหตุสมผล ความเหมาะสม ความถูกต้อง เพื่อสะท้อนออกมาให้ได้ซึ่งความรู้ใหม่ โดยความรู้ตรงนี้จะเป็นตัวที่ช่วยตอบคำถามของปรากฏการณ์ที่สนใจ หรือตอบข้อสงสัยปรากฏการณ์ที่เป็นปัญหาที่พบเจอสามารถแสดงกระบวนการสืบสวนสอบสวนได้ดังภาพประกอบที่ 2

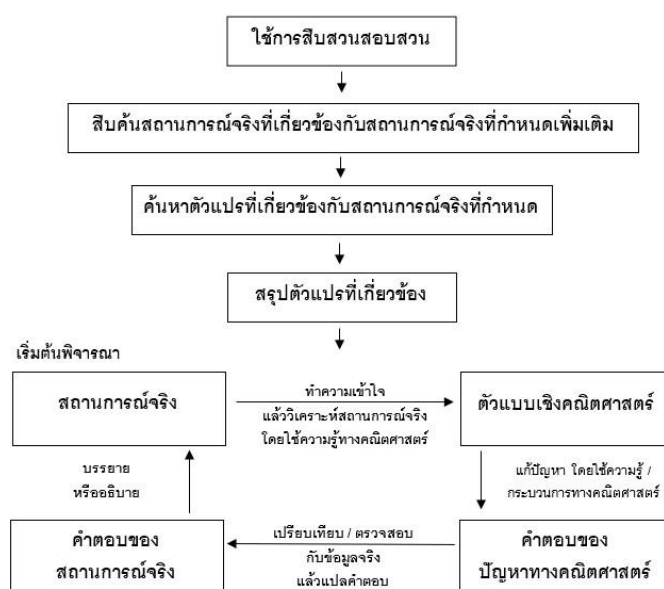


ภาพประกอบที่ 2 กระบวนการสืบสวนสอบสวนของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.3 กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (problem solving process by mathematical model) ซึ่งดัดแปลงมาจากกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสันและคณะ (Wilson and others) กระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของจีโอตาโน ฟอกซ์ ฮอร์ดัน (Frank R. Giordano, William P. Fox, Steven B. Horton) และกระบวนการสืบสวนสอบสวนของสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์และเทคโนโลยี

กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะประกอบไปด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริงโดยในขั้นนี้จะใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนเข้ามาช่วยในการสืบค้น ค้นหาและสรุปตัวแปรที่เกี่ยวข้องของสถานการณ์จริง (2) ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) ขั้นการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และ (4) ขั้นแปลความหมายของคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบที่ 3 กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบข้างต้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (Understanding a real world situation)

ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับสถานการณ์จริง พิจารณาวิเคราะห์ เพื่อที่จะระบุรายละเอียดที่สำคัญต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงโดยใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนเข้ามาช่วยในการสืบค้นสถานการณ์จริงเพิ่มเติม เชื่อมโยงสิ่งที่สืบค้นกับสถานการณ์จริงที่เผชิญ ค้นหาสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง เขียนตารางแสดงข้อมูลสำคัญ ข้อดีข้อเสีย อธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง รวมถึงพิจารณาความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องที่จะช่วยในการแก้ปัญหา ในการที่จะทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ต้องใช้มุมมองที่เปิดกว้างเพื่อที่จะทำให้เกิดแนวทางทำความเข้าใจที่มากขึ้น อาจใช้ภาษาตนในการสรุปความเข้าใจ มีการปรับเปลี่ยนวิธีการคิด พิจารณาจากบริบทต่าง ๆ ที่อยู่โดยรอบ ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นคำตอบเพียงอย่างเดียว แต่ควรที่จะมุ่งค้นหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่ความเข้าใจที่สามารถสร้างข้อสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Applying the real world situation to the mathematical problem)

ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง แล้วนำมาพิจารณาเพื่อวิเคราะห์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้อง อาจจะใช้ร่วมกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่แต่เดิม หลังจากนั้นปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” ให้อยู่ในรูปของ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (Mathematical model) ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” เหล่านั้น เพื่อที่จะนำไปสู่ข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Adapting and applying a mathematical model to solve the mathematical problem)

ขั้นการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการ ในการที่ใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ที่ได้จากการที่นักเรียนระบุตัวไม่ทราบค่า ที่เกิดจากการปรับเปลี่ยน

“ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ในขั้นตอนก่อนหน้า จนกระทั่งสามารถหาและเขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นที่ 4 **ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (Interpreting the answer to real world situation)**

ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหรือสิ่งที่ต้องการพยากรณ์ รวมทั้งทำนาย เพื่อที่จะแสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ แล้วจึงแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ให้เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับฟังก์ชันฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential function) คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = a^x$ เมื่อ a เป็นจำนวนจริงที่มากกว่า 0 และ $a \neq 1$ เช่น $f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = 3^x\}$ เป็นฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล เพราะสมการของฟังก์ชัน f อยู่ในรูป $y = a^x$ โดยที่ $a = 3$

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลสามารถเขียนในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ คือ

$$f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}^+ \mid y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$$

ตัวอย่างเพิ่มเติม

$$1. y = 2^x + 5$$

$$2. y = -\left(\frac{1}{3}\right)^x + 4$$

$$3. y = (2.2)^x$$

3. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

3.1 ไปกิจกรรม เรื่อง “ต้นไม้เศรษฐกิจ”

3.2 ผลเฉลย เรื่อง “ต้นไม้เศรษฐกิจ” (สำหรับครูเท่านั้น)

3.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก สำหรับกิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” (สำหรับครูเท่านั้น)

3.4 แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์(สำหรับครูเท่านั้น)

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ขั้นนำ

สำหรับขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 10 นาที ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.1.1 ครุณาเข้าสู่บทเรียน เรื่อง กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการสืบสวนสอบสวน โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อทบทวน ดังรายละเอียดสาระข้อที่ 2.1 – 2.3 ซึ่งมีประเด็นคำถามดังนี้

(1) กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (devising a plan)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (carrying out the plan)

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (looking back)

(2) กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง)

(3) กระบวนการสืบสวนสอบสวนสามารถมีส่วนช่วยในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการสืบสวนสอบสวนสามารถช่วยในการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติม ทำให้สามารถนำข้อมูลไปช่วยในการแก้ปัญหาได้)

เป็นต้น

4.1.2 เพื่อให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน ครูสรุปคำตอบที่ถูกต้องและข้อคิดเห็นของแต่ละข้อคำถามอีกครั้ง

4.2 ชั้นสอน

ในส่วนของชั้นสอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 80 นาที โดยจะมีรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 ครูแบ่งกลุ่มให้กับนักเรียน โดยครูจะแบ่งนักเรียนออกเป็น กลุ่มละ 4 คน โดยที่ในแต่ละกลุ่ม นักเรียนในกลุ่มจะมีความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน (สูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน)

4.2.2 ครูชี้แจงแนวปฏิบัติในชั้นเรียนในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงเป็นกลุ่ม ซึ่งได้แก่

- (1) วิธีการ/แนวทางที่จะดำเนินการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด
- (2) วิธีการ/แนวทางที่จะดำเนินการเขียนสรุป อธิบาย และอภิปรายถึงกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์จริงที่ครูได้กำหนดให้
- (3) วิธีการ/แนวทางในการที่จะเขียนแสดงผลเฉลยในใบกิจกรรม
- (4) การนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน โดยครูจะต้องเน้นย้ำเสมอว่า “ทุกคนในกลุ่มจะต้องเข้าใจผลเฉลยของกลุ่มและสามารถอธิบายได้” เมื่อครูชี้แจงเสร็จเสร็จครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม ถ้านักเรียนคนใดมีข้อสงสัย (ถ้ามี)

4.2.3 เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya) กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการสืบสวนสอบสวนมากยิ่งขึ้น ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง “แคปซูลอาหารเสริม” ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วนำเสนอสถานการณ์จริง “แคปซูลอาหารเสริม” คอยกระตุ้น ให้คำแนะนำ เพื่อที่จะทำให้นักเรียนนั้นต้องการที่จะแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนดผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2.4 เพื่อให้ นักเรียนมีข้อมูลเพิ่มเติมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับ สถานการณ์จริง “แคปซูลอาหารเสริม” ครูนำพาให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวนในการหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมด้วยตนเอง และอาจใช้ข้อความถามเพื่อกระตุ้นการสืบค้นของนักเรียน ดังนี้

- (1) ในชีวิตจริงของนักเรียน ตัวอย่างการปลูกต้นไม้เศรษฐกิจ มีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ‘ไม้สัก’ ‘ไม้พยุง’ ‘ไม้ประดู่’ ยางพารา ‘ไม้ดอกกานี

เป็นต้น)

(2) การปลูกต้นไม้เศรษฐกิจ จะต้องคำนึงถึงปัจจัย อะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ความยาวเส้นรอบวง อัตราการเจริญเติบโตของ ความยาวเส้นรอบวง ความสูง อัตราการเจริญเติบโตของความสูง สภาพอากาศ การดูแลรักษา วิธีการปลูก ระยะเวลาในการตัดจำหน่าย เป็นต้น)

(3) หากพิจารณาเทียบกับสถานการณ์จริงจากใบกิจกรรมที่ครูแจก นักเรียนคิดว่าจากข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม มีสิ่งใดที่เหมือนกันบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ความยาวเส้นรอบวง อัตราการเจริญเติบโตของ ความยาวเส้นรอบวง ความสูง อัตราการเจริญเติบโตของความสูง)

เป็นต้น

4.2.5 เพื่อดำเนินการตามขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเริ่มด้วยขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง ครูให้นักเรียนได้พิจารณาในการที่จะทำความเข้าใจถึงสถานการณ์จริงที่ได้กำหนดมา จากนั้นครูตั้งข้อคำถามเพื่อที่จะดูความคิดเห็นของนักเรียน เช่น

(1) สถานการณ์จริงนี้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร

(นักเรียนควรตอบว่า การปลูกไม้สักเพื่อตัดจำหน่าย)

(2) ในสถานการณ์จริง มีพันธุ์ไม้สักให้เลือกปลูก กี่สายพันธุ์

(นักเรียนควรตอบว่า มีพันธุ์ไม้สักให้เลือกปลูก 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ที่ 1 สายพันธุ์ที่ 2 และสายพันธุ์ที่ 3)

(3) สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า สายพันธุ์ไม้สักที่ควรเลือกปลูกเป็นระยะเวลา 9 ปี ที่จะให้ปริมาตรไม้สักมากที่สุดเมื่อตัดจำหน่าย และปริมาตรของไม้สักที่มากที่สุดเมื่อตัดจำหน่ายจากการปลูกเป็นระยะเวลา 9 ปี)

(4) ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ประโยชน์ของต้นไม้ อายุการปลูกไม้สัก รายละเอียดของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ ระยะเวลาที่ต้องการปลูกไม้สัก และข้อตกลงในการตัดไม้สักจำหน่าย)

(5) นักเรียนสามารถเขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ได้หรือไม่ อย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถเขียนตารางแสดงได้ดังนี้)

สายพันธุ์ที่	ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 (เซนติเมตร)	อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวง (เท่า/ปีก่อนหน้า)	ความสูงปีที่ 1 (เมตร)	อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูง (เท่า/ปีก่อนหน้า)
1	23	1.13	0.52	1.03
2	16	1.10	0.56	1.09
3	18	1.02	0.60	1.12

(6) นักเรียนสามารถเขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ได้หรือไม่ อย่างไร

นักเรียนควรตอบว่า สามารถเขียนตารางแสดงได้ดังนี้

สายพันธุ์ที่	ข้อดีของสายพันธุ์	ข้อเสียของสายพันธุ์
1	- ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 มากที่สุด - อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงมากที่สุด	- ความสูงปีที่ 1 น้อยที่สุด - อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงน้อยที่สุด
2	- ไม่มี	- ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 น้อยที่สุด
3	- อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงมากที่สุด - ความสูงปีที่ 1 มากที่สุด	- อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงน้อยที่สุด

(7) จากตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของไม้สักแต่ละสายพันธุ์และตารางแสดงข้อดีและข้อเสียไม้สักแต่ละสายพันธุ์ที่จะต้องนำมาพิจารณา ร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า ระยะเวลาในการปลูกต้นไม้จำนวน 9 ปี และข้อตกลงในการตัดไม้จำหน่ายจะต้องหักลบกับส่วนสูงของไม้เมื่อเติบโตครบ 9 ปี เป็นจำนวน 40 เซนติเมตร เนื่องจากไม้สักทั้ง 3 สายพันธุ์จะต้องปลูกจนครบระยะเวลา 9 ปี และตัดส่วนหัวและส่วนท้ายของไม้รวมกัน 40 เซนติเมตร ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงการเลือกปลูกสายพันธุ์ของไม้สักที่จะมีปริมาตรมากที่สุดจึงต้องคำนวณเปรียบเทียบเพื่อหาปริมาตรของไม้สักสายพันธุ์แต่ละสายพันธุ์)

(8) ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ ฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียล (กำหนดตัวแปรและแทนค่า))

เป็นต้น

4.2.6 เมื่อนักเรียนเข้าใจสถานการณ์จริงที่กำหนดแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละคนคิด ค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไข ของสถานการณ์จริง โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ผสมผสานกับประสบการณ์ในการ แก้ปัญหา (ถ้ามี) ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องปรึกษาคนอื่น (ใช้เวลาประมาณ 2 - 3 นาที)

4.2.7 หลังจากได้คิดเป็นรายบุคคลแล้ว ให้นักเรียนนำเสนอความคิดของตนมา แลกเปลี่ยนกันในกลุ่ม (อาจเริ่มจากแลกเปลี่ยนกัน 2 คนก่อน แล้วทั้งกลุ่ม) จนกระทั่งสามารถ ค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไข ของสถานการณ์จริงได้ หลังจากนั้นให้นักเรียนปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์ จริง” เหล่านั้นให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือเงื่อนไข ของสถานการณ์จริง และสามารถนำไปใช้ในการค้นหาคำตอบได้

4.2.8 ถ้ามีนักเรียนกลุ่มใดมีข้อสงสัยหรือไม่สามารถปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือ เงื่อนไขของสถานการณ์จริง” ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์” และค้นหา “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ได้ ครูอาจช่วยนักเรียนโดยการตั้งคำถามให้ นักเรียนตอบ ซึ่งประเด็นคำถามมีดังนี้

(1) ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญสถานการณ์จริง มีอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์ เซนติเมตร) ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร) อัตราการเติบโต เฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ ความสูงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสาย พันธุ์ (เซนติเมตร) อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ ความสูงของ ไม้สักที่ต้องตัดจำหน่าย (เซนติเมตร) และจำนวนปีที่ปลูกไม้สัก (ปี))

(2) นักเรียนคิดว่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง ควร เปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ได้อย่างไร บ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า ควรปรับ

ปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [a]

ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร)

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [b]

อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงของไม้สัก

แต่ละสายพันธุ์ ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [c]

ความสูงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร)

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [d]

อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงของไม้สักแต่ละสายพันธุ์

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [e]

ความสูงของไม้สักที่ต้องตัดจำหน่าย (เซนติเมตร)

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [m]

และระยะเวลาที่ปลูกไม้สัก (ปี)

ให้อยู่ในรูปตัวไม่ทราบค่า [n])

เป็นต้น

4.2.9 ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มกำลังปรับเปลี่ยนตัวแปรที่นักเรียนได้กำหนด ขึ้นมาจากขั้นตอนก่อนหน้านี้ ให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องคอยเดินดูการแก้ปัญหา สถานการณ์จริงของทั้งชั้นเรียน พิจารณาถึงพฤติกรรมต่าง ๆ ในการทำงานที่ครูจะนำไปใช้ประเมินผล ของนักเรียนที่เกิดขึ้น

4.2.10 ถ้านักเรียนในชั้นเรียนทั้งหมดได้ปรับเปลี่ยนตัวแปรของสถานการณ์จริงที่ นักเรียนได้กำหนดเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์เรียบร้อยแล้ว ครูจะต้องให้นักเรียนแสดงถึงวิธีการ ในการทำงานที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อย่างละเอียด เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนั้น ครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันเขียนรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมของกลุ่มตนเอง

4.2.11 ถ้านักเรียนทั้งชั้นเรียนได้ข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้ว ครู ให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา แล้วเปรียบเทียบ/ตรวจสอบ ความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ กับข้อมูลหรือเงื่อนไข หรือรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานการณ์จริงก่อน โดยใช้วิธีการ ตั้งประเด็นคำถามแล้วให้นักเรียนได้ร่วมกันตอบ ซึ่งประเด็นคำถามมีดังนี้

(1) ถ้าเปลี่ยน “ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร)” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ได้ เพียงเปลี่ยนค่าของตัวไม่ทราบค่า [b] แล้วคำนวณหาปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ออกมา)

(2) ถ้าเปลี่ยน “อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงของไม้สักแต่ละสายพันธุ์” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ได้ เพียงเปลี่ยนค่าของตัวไม่ทราบค่า [c] แล้วคำนวณหาปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ออกมา)

(3) ถ้าเปลี่ยน “ความสูงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร)” เป็น “ความสูงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เมตร)” โดยข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงอื่นยังคงเหมือนเดิม นักเรียนสามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) มาคำนวณหาปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ได้หรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

(นักเรียนควรตอบว่า ไม่สามารถใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” (เดิม) ในการคำนวณหาปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร) ได้ เพราะตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ จะคำนวณออกมาสำหรับปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่ายที่มีหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตร ไม่ใช่ปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่ายลูกบาศก์เมตร))

เป็นต้น

4.2.12 หลักจากที่นักเรียนได้ แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลแล้ว ครูให้นักเรียนแปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริง จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันเขียนรายละเอียดต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมของกลุ่มตนเอง

4.2.13 เมื่อนักเรียนทั้งชั้นเรียนได้ข้อสรุปของสถานการณ์จริงแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม” หน้าชั้นเรียน หรือครูอาจสุ่มเลือกนักเรียนบางกลุ่มที่แก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความแตกต่างกัน” (ถ้ามี)

4.2.14 ครูให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนพิจารณาและร่วมกันอภิปราย “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของแต่ละกลุ่ม ซึ่งประเด็นที่ใช้ในการอภิปรายมี ดังนี้

(1) ในกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ขั้นตอนใดมีความยุ่งยากซับซ้อนที่สุด เพราะเหตุใด

(2) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหานี้ มีอะไรบ้าง

(3) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ ของกลุ่มใดมีประสิทธิภาพที่สุดเพราะเหตุใด

(4) ถ้าเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” บางอย่าง แล้ว “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา จะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

(5) การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของกลุ่มใดชัดเจนที่สุด เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.2.15 ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุป “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ประเด็นที่ใช้ในการสรุปมีดังนี้

(1) สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา คืออะไร

(2) ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญของสถานการณ์จริง มีอะไรบ้าง

(3) แนวคิด/ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงนี้มีอะไรบ้าง

(4) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงนี้ มีอะไรบ้าง

(5) ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ใดมีประสิทธิภาพที่สุด เพราะเหตุใด

(6) ถ้าเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” บางอย่าง แล้ว “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง จะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

(7) เราสามารถใช้ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ในการหา “คำตอบของสถานการณ์จริงที่กำหนด” ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

เป็นต้น

4.3 ชั้นสรุป

สำหรับในชั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 10 นาที ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 เพื่อทบทวนความรู้ เรื่อง “แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ครูถามคำถามให้นักเรียนตอบโดยมีประเด็นคำถาม ดังนี้

(1) กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem)

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (devising a plan)

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (carrying out the plan)

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (looking back)

(2) กระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญอะไรบ้าง

(นักเรียนควรตอบว่า กระบวนการแก้ปัญหโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ขั้นที่ 2 ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง)

(3) จากกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขั้นตอนใดสำคัญที่สุด เพราะเหตุใด

(นักเรียนควรตอบว่า จากกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่สำคัญที่สุด คือ ขั้นปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงสถานการณ์จริงเข้าสู่ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ และเป็นขั้นตอนที่จะทำให้เราได้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” เพื่อที่จะได้นำไปใช้ใน
หาข้อสรุปของปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป)

4.3.2 เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน ครูสรุปคำตอบที่ถูกต้องและ
ข้อคิดเห็นของแต่ละข้อคำถามอีกครั้ง



5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีดังนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์</p> <p>1. คำนวณปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่ายจากการปลูกเป็นระยะเวลา 9 ปี</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” และจำนวนคำถามที่นักเรียนตอบได้ถูกต้อง</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>ใบกิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ” ข้อที่ 12 (มีคำถามจำนวน 1 ข้อ)</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <p>ในข้อคำถาม</p> <p>- ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้องครบถ้วน จะได้ คะแนน 2 คะแนน</p> <p>- ถ้า นักเรียน ตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน จะได้ คะแนน 1 คะแนน</p> <p>- ถ้า นักเรียน ตอบไม่ถูกต้อง จะได้ คะแนน 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล :</p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 1 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>
<p>ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ :</p> <p>1. (เริ่ม) ลงมือแก้ปัญหาสถานการณ์จริงที่กำหนด (กิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ”) ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม เรื่อง ต้นไม้เศรษฐกิจ</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>ใบกิจกรรม เรื่อง ต้นไม้เศรษฐกิจ</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <p>ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกแบบวิเคราะห์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ดังตารางแนบ</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล :</p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 18 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>2. สื่อ ความหมายทาง คณิตศาสตร์และนำเสนอ “กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ของกลุ่ม หน้าชั้นเรียนได้</p>	<p>วิธีวัดผล : พิจารณาความถูกต้องและ ชัดเจน ของการอธิบายและ นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>เครื่องมือวัดผล : แบบสังเกตพฤติกรรมในการ แก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิง คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ถ้า นักเรียนอธิบายและนำเสนอ กระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ตัว แบบ เชิง คณิต ศาสตร์ เพื่อ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>ได้</u> <u>ถูกต้องและชัดเจน</u> จะได้ คะแนน 3 คะแนน - ถ้า นักเรียน อธิบาย และ นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>พอสื่อให้เข้าใจได้</u> <u>ครบถ้วน</u> จะได้ คะแนน 2 คะแนน - ถ้า นักเรียน อธิบาย และ นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>พอสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน</u> จะได้ คะแนน 1 คะแนน - ถ้า นักเรียน ไม่อธิบายและ นำเสนอกระบวนการใช้ตัวแบบ เชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์เลย จะได้ คะแนน 0 คะแนน <p>เกณฑ์การประเมินผล : ถ้า นักเรียน ได้คะแนน มากกว่า 1 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ ต้องการวัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
<p>ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ :</p> <p>1. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาเป็นรายกลุ่ม</p> <p>2. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการอภิปรายของกลุ่ม</p> <p>3. มีส่วนร่วม และ ความรับผิดชอบในการอภิปรายหน้าชั้นเรียน</p>	<p>วิธีวัดผล :</p> <p>พิจารณาพฤติกรรมหรือการแสดงออกของนักเรียน ขณะตอบคำถามหรือทำงานที่มอบหมาย โดยมีครูเป็นผู้สังเกตแล้วบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <p>เครื่องมือวัดผล :</p> <p>แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>	<p>เกณฑ์การให้คะแนน :</p> <p>ในแต่ละข้อของแบบสังเกตพฤติกรรม</p> <p>- ถ้า นักเรียน แสดงออกให้เห็นอย่างเด่นชัด จะได้ คะแนน 2 คะแนน</p> <p>- ถ้า นักเรียน แสดงออกให้เห็นเพียงเล็กน้อย จะได้ คะแนน 1 คะแนน</p> <p>- ถ้า นักเรียน ไม่แสดงออกเลย จะได้ คะแนน 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การประเมินผล :</p> <p>ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่า 2 คะแนน ถือว่าผ่าน</p>

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

6.1 ด้านนักเรียน

(ระบุ ความรู้ / ทักษะและกระบวนการ / คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนที่พบ)

6.2 ด้านผู้สอน

(ระบุ ปัญหาหรือผลการจัดการเรียนรู้ / ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป)

6.3 ด้านอื่นๆ (ถ้ามี)

กิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ”

ต้นไม้มีประโยชน์แก่มนุษย์มากมาย เช่น ให้ออกซิเจน ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นแนวกันน้ำท่วม เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ อีกทั้งยังสามารถปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจได้อีกด้วย

ต้นไม้ที่นิยมปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจมีมากมาย เช่น ไม้สัก ประดู่ป่า พะยูง เต็มรัง เป็นต้น ไม้แต่ละชนิดมีความแข็งแรงนำไปใช้กับงานที่แตกต่างกัน ไม้บางชนิดปลูกไว้เพื่อสร้างบ้าน บางชนิดปลูกไว้เพื่อนำไปทำเป็นวัสดุอุปกรณ์ของใช้ (โต๊ะ เก้าอี้) หรือแม้กระทั่งบางชนิดปลูกเพื่อนำไปทำเป็นกระดาษ (กรมป่าไม้, 2561)

ไม้สักนับเป็นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจต่อประเทศไทยมาก เพราะเป็นไม้ที่แข็งแรง กันน้ำ คนส่วนใหญ่นิยมปลูกไว้ประมาณ 10- 20 ปี เพื่อนำไปขาย นำไปสร้างบ้าน หรือนำไปสร้างวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการความแข็งแรงสูง ทำให้เกิดการพัฒนาสายพันธุ์ไม้สักมากมาย บริษัทค้าไม้แห่งหนึ่งได้พัฒนาสายพันธุ์ไม้สักอายุการปลูกสามารถตัดจำหน่ายได้ตั้งแต่ 8 ปี ออกเป็น 3 พันธุ์ ข้อมูลที่หลังจากที่ปลูกไม้สักไปแล้ว 1 ปี (สำหรับ 1 ต้น) มีดังนี้

สายพันธุ์ที่ 1 ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 23 เซนติเมตร อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงจะอยู่ที่ 1.13 เท่าของปีก่อนหน้า ความสูงปีที่ 1 0.52 เมตร อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงจะอยู่ที่ 1.03 เท่าของปีที่ผ่านมา ควรปลูกในสภาพอากาศเย็นตลอดปี

สายพันธุ์ที่ 2 ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 16 เซนติเมตร อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงจะอยู่ที่ 1.10 เท่าของปีก่อนหน้า ความสูงปีที่ 1 0.56 เมตร อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงจะอยู่ที่ 1.09 เท่าของปีที่ผ่านมา ควรปลูกในสภาพอากาศแห้งตลอดปี



สายพันธุ์ที่ 3 ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 18 เซนติเมตร อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงจะอยู่ที่ 1.02 เท่าของปีก่อนหน้า ความสูงปีที่ 1 0.60 เมตร อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงจะอยู่ที่ 1.12 เท่าของปีที่ผ่านมา ควรปลูกในสภาพฝนตกตลอดปี



(Vicelina B. Sousa, Sofia Cardoso, Teresa Quilhó & Helena Pereira, 2012)

ถ้านักเรียนต้องการปลูกไม้สักเป็นระยะเวลา 9 ปี แล้วจึงตัดไม้สักจำหน่าย โดยในการตัดไม้สักจำหน่ายจะต้องตัดไม้จากส่วนบนสุดของต้นลงมา 15 เซนติเมตร และส่วนล่างสุดของต้น 25 เซนติเมตร นักเรียนจะเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ใด ที่จะมีปริมาตรของไม้สักต่อ 1 ต้นมากที่สุด

รหัส ชื่อ งานกลุ่ม งานเดี่ยว

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแล้วตอบคำถามข้อที่ 1 - 2

1. ตัวอย่างต้นไม้เศรษฐกิจที่นิยมปลูกในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
2. การปลูกต้นไม้เศรษฐกิจในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรบ้าง

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในใบกิจกรรมแล้วตอบคำถามข้อที่ 3 - 14

3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมการปลูกต้นไม้เศรษฐกิจ มีปัจจัยใดที่เหมือนกันบ้าง
4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของไม้สักแต่ละสายพันธุ์

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของไม้สักแต่ละสายพันธุ์

สายพันธุ์ที่	ข้อดีของสายพันธุ์	ข้อเสียของสายพันธุ์
1		
2		
3		

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 - 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 - 8 ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11



13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

**ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์
ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง**

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”
ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

เฉลยกิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ”

1. ตัวอย่างต้นไม้เศรษฐกิจที่นิยมปลูกในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
- ไม้สัก ไม้พยุง ไม้ประดู่ ยางพารา ไม้ฮอกกาณี เป็นต้น
2. การปลูกต้นไม้เศรษฐกิจในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรบ้าง
- ความยาวเส้นรอบวง อัตราการเจริญเติบโตของความยาวเส้นรอบวง ความสูง อัตราการเจริญเติบโตของความสูง สภาพอากาศ การดูแลรักษา วิธีการปลูก ระยะเวลาในการตัดจำหน่าย เป็นต้น
3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมการปลูกต้นไม้เศรษฐกิจ มีปัจจัยใดที่เหมือนกันบ้าง
- ความยาวเส้นรอบวง อัตราการเจริญเติบโตของความยาวเฉลี่ยของเส้นรอบวง ความสูง อัตราการเจริญเติบโตของความสูง
4. สิ่ง สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
- สายพันธุ์ไม้สักที่ควรเลือกปลูกเป็นระยะเวลา 9 ปี ที่จะให้ปริมาตรไม้สักมากที่สุดเมื่อตัดจำหน่าย
- ปริมาตรของไม้สักที่มากที่สุดเมื่อตัดจำหน่ายจากการปลูกเป็นระยะเวลา 9 ปี
5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง
- ประโยชน์ของต้นไม้
- อายุการปลูกไม้สัก
- รายละเอียดของไม้สักแต่ละสายพันธุ์
- ระยะเวลาที่ต้องการปลูกไม้สัก
- ข้อตกลงในการตัดไม้สักจำหน่าย

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของไม้สักแต่ละสายพันธุ์

สายพันธุ์ที่	ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 (เซนติเมตร)	อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวง (เท่า/ปีก่อนหน้า)	ความสูงปีที่ 1 (เมตร)	อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูง (เท่า/ปีก่อนหน้า)
1	23	1.13	0.52	1.03
2	16	1.10	0.56	1.09
3	18	1.02	0.60	1.12

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของไม้สักแต่ละสายพันธุ์

สายพันธุ์ที่	ข้อดีของสายพันธุ์	ข้อเสียของสายพันธุ์
1	- ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 มากที่สุด - อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงมากที่สุด	- ความสูงปีที่ 1 น้อยที่สุด - อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงน้อยที่สุด
2	- ไม่มี	- ความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 น้อยที่สุด
3	- อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงมากที่สุด - ความสูงปีที่ 1 มากที่สุด	- อัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงน้อยที่สุด

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 - 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

- ระยะเวลาในการปลูกต้นไม้จำนวน 9 ปี และข้อตกลงในการตัดไม้จำหน่าย จะต้องหักลบกับส่วนสูงของไม้เมื่อเติบโตครบ 9 ปี เป็นจำนวน 40 เซนติเมตร เนื่องจากไม้สักทั้ง 3 สายพันธุ์จะต้องปลูกจนครบระยะเวลา 9 ปี และตัดส่วนหัวและส่วนท้ายของไม้รวมกัน 40 เซนติเมตร ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงการเลือกปลูกสายพันธุ์ของไม้สักที่จะมีปริมาตรมากที่สุดจึงต้องคำนวณเปรียบเทียบเพื่อหาปริมาตรของไม้สักสายพันธุ์แต่ละสายพันธุ์

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

- การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล (กำหนดตัวแปรและแทนค่า) การหาปริมาตรทรงกระบอก การหาความยาวเส้นรอบวง

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูปแบบ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

กำหนดให้

- a แทนปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
- b แทนความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร)
- c แทนอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวงของไม้สักแต่ละสายพันธุ์
- d แทนความสูงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร)
- e แทนอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงของไม้สักแต่ละสายพันธุ์
- m แทนความสูงของไม้สักที่ต้องตัดจำหน่าย (เซนติเมตร)

และ n แทนระยะเวลาที่ปลูกไม้สัก (ปี)

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
“ตัวไม้ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

$$a = \pi \left(\frac{b(c)^{(n-1)}}{2\pi} \right)^2 ((d)(e)^{(n-1)} - m)$$

เมื่อกำหนดให้ a แทนปริมาตรของไม้สักเมื่อตัดจำหน่าย (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

b แทนความยาวเส้นรอบวงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร)

c แทนอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความยาวเส้นรอบวง
ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์

d แทนความสูงปีที่ 1 ของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ (เซนติเมตร)

e แทนอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีของความสูงของไม้สักแต่ละสายพันธุ์

m แทนความสูงของไม้สักที่ต้องตัดจำหน่าย (เซนติเมตร)

และ n แทนระยะเวลาที่ปลูกไม้สัก (ปี)

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด
โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ คือ $a = \pi \left(\frac{b(c)^{(n-1)}}{2\pi} \right)^2 ((d)(e)^{(n-1)} - m)$

จะนำมาพิจารณาในการเลือกไม้สักในแต่ละสายพันธุ์ ที่จะปลูกเป็นระยะเวลา 9 ปี
และเมื่อตัดจำหน่ายจะมีปริมาตรของไม้สักมากที่สุด

เริ่มพิจารณาปริมาตรจากไม้สักสายพันธุ์ที่ 1 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } a = \pi \left(\frac{23(1.13)^{(9-1)}}{2\pi} \right)^2 ((52)(1.03)^{(9-1)} - 40)$$

$$a = 7697.18011$$

แสดงว่า ถ้าเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ 1

จะได้ปริมาตรไม้สักจำนวน 7,697.18011 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ 1 ต้น

พิจารณาปริมาตรจากไม้สักสายพันธุ์ที่ 2 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } a = \pi \left(\frac{16(1.10)^{(9-1)}}{2\pi} \right)^2 ((56)(1.09)^{(9-1)} - 40)$$

$$a = 6700.79051$$

แสดงว่า ถ้าเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ 2

จะได้ปริมาตรไม้สักจำนวน 6,700.79051 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ 1 ต้น

พิจารณาปริมาตรจากไม้สักสายพันธุ์ที่ 3 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

จะได้ว่า

$$a = \pi \left(\frac{18(1.02)^{(9-1)}}{2\pi} \right)^2 ((60)(1.12)^{(9-1)} - 40)$$

$$a = 3842.36741$$

แสดงว่า ถ้าเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ 3

จะได้ปริมาตรไม้สักจำนวน 3,842.36741 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ 1 ต้น

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการปลูกต้นไม้สักแต่ละสายพันธุ์ จะมีปริมาตรของแต่ละสายพันธุ์ดังนี้

ถ้าเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ 1 จะได้ปริมาตร 7,679.1801 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ 1 ต้น

ถ้าเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ 2 จะได้ปริมาตร 6,700.7905 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ 1 ต้น

ถ้าเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ 3 จะได้ปริมาตร 3,842.3674 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต่อ 1 ต้น

ดังนั้น ไม้สักสายพันธุ์ที่ 1 จะมีปริมาตรมากที่สุดในการตัดจำหน่าย

**ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์
ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง**

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”

ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

จากคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ถ้าต้องการปลูกไม้สัก
เป็นระยะเวลา 9 ปี แล้วจึงตัดไม้สักจำหน่าย โดยในการตัดไม้สักจำหน่ายจะต้อง
ตัดไม้จากส่วนบนสุดของต้นลงมา 15 เซนติเมตร และส่วนล่างสุดของต้น
25 เซนติเมตร จะเลือกปลูกไม้สักสายพันธุ์ที่ 1 จะมีปริมาตรของ
ไม้สักต่อ 1 ต้นมากที่สุดคือ 7,697.1801 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ซึ่งมากกว่าสายพันธุ์ที่ 2 996.3896 ลูกบาศก์เซนติเมตร
และมากกว่าสายพันธุ์ที่ 3 3,854.8127 ลูกบาศก์เซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ”

ข้อที่	ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
1	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวอย่าง	1
	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวอย่าง	0.5
	- ไม่ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
2	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวแปร	1
	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวแปร	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
3	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้องบางส่วน	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม	0
4	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ได้ถูกต้อง	1
	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ	0
5	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
6	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ ที่สำคัญได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ที่สำคัญได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ที่สำคัญไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ”


ข้อที่	ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
7	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ได้ถูกต้องครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0
8	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
8	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของไม้สักแต่ละสายพันธุ์เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริง สมเหตุสมผล	3
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของไม้สักแต่ละสายพันธุ์เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือ อภิปรายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก ไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่สมเหตุสมผล	2
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของไม้สักแต่ละสายพันธุ์ไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงและไม่สมเหตุสมผล	1
	- ไม่อธิบายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก	0
9	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้องมากกว่า 1 แนวคิด	1
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้อง 1 แนวคิด	0.5
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “อาชีพที่มีรายได้สูงสุด”

ข้อที่	ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (10 คะแนน)	คะแนน
10	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
11	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เลย	0
ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (6 คะแนน)		
12	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	4
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่	3
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เพียงบางส่วน	2
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการใดเลย	0
13	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใด เลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรม “ต้นไม้เศรษฐกิจ”

ข้อที่	ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (2 คะแนน)	คะแนน
14	- แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0
14	- แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่แปลข้อสรุปเลย	0



ภาคผนวก ง
ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง
โดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

แบบทดสอบที่ 1 “ปลูกข้าวสายพันธุ์ไหนดี”

ประเทศไทย มีพืชเศรษฐกิจหลายสายพันธุ์ ซึ่งมีอันดับการส่งออกมากที่สุดเป็นดังนี้ อันดับที่ 1 ข้าว อันดับที่ 2 ยางพารา อันดับที่ 3 มันสำปะหลัง (กรมวิชาการเกษตร, 2563)

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการส่งออกมากที่สุด อีกทั้งยังเป็นอาหารที่คนไทยส่วนใหญ่ นิยมรับประทาน การปลูกข้าวจึงมีความสำคัญต่อประเทศเป็นอย่างมาก ข้าวที่ชาวนาไทยปลูกมีมากมาย เช่น ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวเจ้าแก่นจันทร์ เจ้าเจ้ากข. 27 ข้าวเหนียวขาวกาฬสินธุ์ ข้าวหอมกุหลาบแดง ข้าวเหนียวเขี้ยวงู เป็นต้น ซึ่งข้าวแต่ละสายพันธุ์ก็จะมีลักษณะที่ต่างกันไป ทั้งในเรื่องต้นทุนในการปลูก ราคาที่ขาย ผลผลิตต่อ 1 ไร่ ซึ่งตอนนี้ประเทศไทย มีการปลูกข้าว 3 สายพันธุ์ แสดงรายละเอียดได้ดังตาราง

สายพันธุ์ข้าวเจ้า	แก่นจันทร์	กข. 27	ข้าวหอมกุหลาบแดง
ราคาต้นทุนต่อ 1 ไร่ (บาท)	8,000	7,500	7,000
จำนวนข้าวที่ผลิตได้ต่อ 1 ไร่ (กิโลกรัม)	660	600	750
ผลผลิตเสียต่อ 1 ไร่	ร้อยละ 1 ของผลผลิต	ร้อยละ 5 ของผลผลิต	ร้อยละ 4 ของผลผลิต
ราคาขายต่อกิโลกรัม (บาท)	35	39	30
ลักษณะเด่นของข้าว	- คุณภาพข้าวสุก ร่วนเหนียวนุ่ม	- คุณภาพข้าวสุก ร่วนเหนียวนุ่ม หุงขึ้นหอม เรียงเม็ดสวย	- ข้าวสุกนุ่มเหนียว และมีกลิ่นหอมเหมือนใบเตย

(กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว, สมาคมโรงสีข้าว, 2564)

ลุงสมานใจเป็นชาวนาจังหวัดอ่างทอง มีพื้นที่ในการปลูกข้าว 20 ไร่ ภูมิศาสตร์ของจังหวัดอ่างทองเป็นราบลุ่มแม่น้ำเหมาะแก่การปลูกข้าวตลอดทั้งปี มีน้ำเพียงพอต่อความต้องการของข้าวทุกสายพันธุ์ ลุงสมานใจเป็นชาวนาที่มีอาชีพทำนาเพียงอย่างเดียว ในทุก ๆ ปีลุงสมานใจจะปลูกข้าว 10 ไร่ เพื่อส่งออก สามารถดูแลข้าวได้ทุก ๆ เดือนซึ่งในปีนี้นี้ ลุงสมานใจต้องการจะปลูกข้าวเหมือนทุก ๆ ปีที่ผ่านมา แต่ยังคงตัดสินใจไม่ได้ว่าจะปลูกข้าวสายพันธุ์ใดเพื่อให้ได้กำไรมากที่สุด จากข้าวยอดนิยมทั้ง 3 สายพันธุ์ ถ้านักเรียนเป็นลุงสมานใจ นักเรียนจะปลูกข้าวสายพันธุ์ใด และได้กำไรเท่าไร

รหัส ชื่อ งานกลุ่ม งานเดี่ยว

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแล้วตอบคำถามข้อที่ 1 - 2

1. ตัวอย่างสายพันธุ์ของข้าวที่ปลูก ในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
2. สายพันธุ์ของข้าวที่นักเรียนสืบค้นส่วนใหญ่ ถ้าต้องการปลูกให้ได้กำไร จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรบ้าง

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในใบกิจกรรมแล้วตอบคำถามข้อที่ 3 - 14

3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้น และสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม มีปัจจัยในการปลูกข้าวใดที่เหมือนกันบ้าง
4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญ
ของข้าวแต่ละสายพันธุ์

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของข้าวแต่ละสายพันธุ์

สายพันธุ์ ข้าว	ข้อดีของข้าว	ข้อเสียของข้าว
แก่นจันทร์		
กข. 27		
ข้าวหอม กุหลาบ แดง		

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 - 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาพร้อมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 - 8 ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11



13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์
ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”
ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

เฉลยกิจกรรม “ปลูกข้าวสายพันธุ์ใหม่ดี”

1. ตัวอย่างสายพันธุ์ของข้าวที่ปลูก ในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีอะไรบ้าง
 - ข้าวหอมมะลิ ข้าวกล้องแดง ข้าวกล้องหอม เป็นต้น
2. สายพันธุ์ของข้าวที่นักเรียนสืบค้นส่วนใหญ่ ถ้าต้องการปลูกให้ได้กำไร จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรบ้าง
 - ราคาต้นทุนต่อ 1 ไร่ จำนวนข้าวที่ผลิตได้ต่อ 1 ไร่ ผลผลิตเสียต่อ 1 ไร่
 - ราคาขายต่อกิโลกรัม ศัตรูพืชของข้าว ค่าสารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช
 - ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวข้าว เป็นต้น
3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้น และสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม มีปัจจัยในการปลูกข้าวใดที่เหมือนกันบ้าง
 - ราคาต้นทุนต่อ 1 ไร่ จำนวนข้าวที่ผลิตได้ต่อ 1 ไร่ ผลผลิตเสียต่อ 1 ไร่
 - ราคาขายต่อกิโลกรัม
4. สิ่ง สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
 - ชนิดของข้าวเจ้าที่ลุงสมานควรปลูกเพื่อให้ได้กำไรมากที่สุด
 - กำไรที่มากที่สุดของลุงสมานในการปลูกข้าวเจ้า
5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง
 - อันดับการส่งออกของพืชเศรษฐกิจ
 - รายละเอียดของการปลูกข้าวเจ้าแต่ละชนิด
 - พื้นที่ในการปลูกข้าวของลุงสมานใจ
 - ภูมิศาสตร์จังหวัดอ่างทอง

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของข้าวแต่ละชนิด

ชนิดข้าวเจ้า	แก่นจันทร์	กข. 27	ข้าวหอม กุหลาบแดง
ราคาต้นทุนต่อ 1 ไร่ (บาท)	8,000	7,500	7,000
จำนวนที่ผลิตได้ต่อ 1 ไร่ (กิโลกรัม)	660	600	750
ผลผลิตเสียต่อ 1 ไร่	ร้อยละ 1 ของ ผลผลิต	ร้อยละ 5 ของ ผลผลิต	ร้อยละ 4 ของ ผลผลิต
ราคาขายต่อกิโลกรัม (บาท)	35	39	30

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของข้าวแต่ละชนิด

ชนิดข้าว	ข้อดีของข้าว	ข้อเสียของข้าว
แก่นจันทร์	- ผลเสียต่อไร่ต่ำที่สุด	- ต้นทุนในการปลูกต่อไร่มากที่สุด
กข. 27	- ราคาขายต่อกิโลกรัมมากที่สุด	- ผลผลิตเสียต่อไร่มากที่สุด - ผลผลิตต่อไร่ต่ำที่สุด
ข้าวหอมกุหลาบ แดง	- ต้นทุนในการปลูกต่อไร่ต่ำที่สุด - ผลผลิตต่อไร่มากที่สุด	- ราคาขายต่อกิโลกรัมต่ำที่สุด

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 - 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

- จำนวนไร่ที่ลุงสมานใจปลูกข้าวจำนวน 10 ไร่ และภูมิศาสตร์จังหวัดอ่างทอง มีน้ำเพียงพอที่สามารถปลูกข้าวได้ทุกสายพันธุ์ และลุงสมานใจสามารถดูแลข้าวได้ทุกเดือนทำให้ลุงสมานใจสามารถเลือกปลูกข้าวได้ทั้ง 3 สายพันธุ์ และเนื่องจากต้องการกำไรสูงที่สุด จึงต้องคำนวณเพื่อให้ทราบกำไรของข้าวแต่ละสายพันธุ์ เพื่อเลือกปลูกข้าวที่ทำกำไรมากที่สุด

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

- การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ ฟังก์ชันเชิงเส้น (กำหนดตัวแปรและแทนค่า)

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูปแบบ “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

กำหนดให้ A แทนกำไรของข้าวแต่ละชนิด (บาท)

B แทนผลผลิตในแต่ละ 1 ไร่ ของข้าวแต่ละชนิด (กิโลกรัม)

C แทนผลผลิตเสียในแต่ละ 1 ไร่ ของข้าวแต่ละชนิด

D แทนต้นทุนในการปลูกข้าวสำหรับ 1 ไร่ ของข้าวแต่ละชนิด (บาท)

N แทนจำนวนไร่ที่ใส่ปลูกข้าว (ไร่)

และ E แทนราคาขายข้าวของข้าวแต่ละชนิด ต่อ 1 กิโลกรัม (บาท)

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

$$A = [E(B(1 - C) - D)]N$$

เมื่อกำหนดให้ A แทนกำไรของข้าวแต่ละชนิด (บาท)

B แทนผลผลิตในแต่ละ 1 ไร่ ของข้าวแต่ละชนิด (กิโลกรัม)

C แทนผลผลิตเสียในแต่ละ 1 ไร่ ของข้าวแต่ละชนิด

D แทนต้นทุนในการปลูกข้าวสำหรับ 1 ไร่ ของข้าวแต่ละชนิด (บาท)

N แทนจำนวนไร่ที่ใช้ปลูกข้าว (ไร่)

และ E แทนราคาขายข้าวของข้าวแต่ละชนิด ต่อ 1 กิโลกรัม (บาท)

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด

โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ คือ $A = [E(B(1 - C) - D)]N$

จะนำมาพิจารณาในการเลือกชนิดของข้าวที่ลู่สมานควรปลูก

เพื่อให้ได้กำไรของข้าวที่ปลูกที่มากที่สุด

เริ่มพิจารณาข้าวเจ้าแก่นจันทร์ เมื่อลู่สมานปลูก 10 ไร่ จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } A = (35(660 \times \frac{99}{100}) - 8000)10$$

$$A = 148690$$

แสดงว่า ถ้าลู่สมานปลูกข้าวเจ้าแก่นจันทร์ 10 ไร่ จะได้กำไร 148,690 บาท

พิจารณาต่อสำหรับข้าวข. 27 เมื่อลู่สมานปลูก 10 ไร่ จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } A = (39(600 \times \frac{95}{100}) - 7500)10$$

$$A = 147300$$

แสดงว่า ถ้าลู่สมานปลูกข้าวเจ้าข. 27 10 ไร่ จะได้กำไร 147,300 บาท

และสุดท้ายพิจารณาข้าวหอมกู่หลาบแดงเมื่อลู่สมานปลูก 10 ไร่
จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } A = (30(750 \times \frac{96}{100}) - 7000)10$$

$$A = 146000$$

แสดงว่า ถ้าลู่สมานปลูกข้าวหอมกู่หลาบแดง 10 ไร่ จะได้กำไร 146,000 บาท

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

กำไรของการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์สรุปได้ดังนี้

ถ้าลู่สมานปลูกข้าวเจ้าแก่นจันทร์จำนวน 10 ไร่ จะได้กำไร 148,690 บาท

ถ้าลู่สมานปลูกข้าวเจ้ากข. 27 จำนวน 10 ไร่ จะได้กำไร 147,300 บาท

ถ้าลู่สมานปลูกข้าวหอมกู่หลาบแดงจำนวน 10 ไร่ จะได้กำไร 146,000 บาท

ดังนั้น ถ้าปลูกข้าวเจ้าแก่นจันทร์ 10 ไร่ จะได้กำไรมากที่สุด

ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”

ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

จากคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ถ้าเป็นลู่สมานจะเลือกปลูกข้าว

ทั้ง 10 ไร่ เป็นข้าวเจ้าแก่นจันทร์ ซึ่งทำกำไรได้เป็นจำนวนเงิน 148,690 บาท

เพราะสามารถทำกำไรได้มากกว่าข้าวเจ้ากข. 27 เป็นจำนวนเงิน 1,390 บาท

และทำกำไรได้มากกว่าข้าวหอมกู่หลาบแดงเป็นจำนวนเงิน 2,690 บาท

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ “ปลูกข้าวสายพันธุ์ใหม่ดี”

ข้อที่	ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
1	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวอย่าง	1
	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวอย่าง	0.5
	- ไม่ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
2	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวแปร	1
	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวแปร	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
3	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้องบางส่วน	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม	0
4	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ได้ถูกต้อง	1
	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ	0
5	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
6	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ ที่สำคัญได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ ที่สำคัญได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ ที่สำคัญไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ “ปลูกข้าวสายพันธุ์ใหม่”

ข้อที่	ด้านกรทำควมเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
7	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของของการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของของการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของของการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0
8	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
8	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริง สมเหตุสมผล	3
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริง แต่ไม่สมเหตุสมผล หรือ อภิปรายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก ไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่สมเหตุสมผล	2
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกข้าวแต่ละสายพันธุ์ ไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงและไม่สมเหตุสมผล	1
	- ไม่อธิบายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก	0
9	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้องมากกว่า 1 แนวคิด	1
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้อง 1 แนวคิด	0.5
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ “ปลูกข้าวสายพันธุ์ใหม่”

ข้อที่	ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (10 คะแนน)	คะแนน
10	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
11	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เลย	0
ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (6 คะแนน)		
12	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	4
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่	3
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เพียงบางส่วน	2
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการใดเลย	0
13	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใด เลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ “ปลูกข้าวสายพันธุ์ใหม่”

ข้อที่	ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (2 คะแนน)	คะแนน
14	- แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน - แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	1 0
14	- แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน - แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่แปลข้อสรุปเลย	1 0

แบบทดสอบที่ 2 “ผักตบชวา”

ผักตบชวา เป็นวัชพืชทางน้ำที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์เป็นอย่างมาก เช่น ด้านการชลประทาน ผักตบชวาทำให้การพัฒนาแหล่งน้ำไม่ได้ผลตามเป้าหมาย เนื่องจากทำให้อัตราการไหลของน้ำลดลงประมาณ 40% ขัดขวางการระบายน้ำของประตูน้ำ ทำให้เกิดการตื่นเงินของแหล่งน้ำต้องขุดลอกบ่อย และสำคัญผักตบชวาทำให้การระเหยน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าพื้นที่ที่ไม่มีผักตบชวาปกคลุมถึง 3 - 5 เท่า ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร สามารถระเหยน้ำได้สูงถึง 0.35 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ถ้าคิดเป็นพื้นที่ทั่วประเทศ จะสูญเสียประมาณละ 16,000 ล้านลูกบาศก์เมตร

แต่อย่างไรก็ตามประโยชน์ของผักตบชวาก็พอมีบ้าง เช่น นำเป็นอาหารทดแทนให้กับปศุสัตว์ เช่น สุนัข ไก่ วัว เป็นต้น ฟาร์มเลี้ยงสุกรบางแห่ง นิยมปลูกผักตบชวาไว้ในบ่อบำบัดน้ำเสียของฟาร์มตนเอง เพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายในด้านของปศุสัตว์ที่เลี้ยง

ฟาร์มแสนสุข มีความต้องการปลูกผักตบชวาไว้ที่บ่อบำบัดน้ำเสีย ซึ่งในฟาร์มแสนสุขมีบ่อบำบัดน้ำเสีย 3 บ่อ แต่ละบ่อที่ทำการปลูกผักตบชวา มีรายละเอียดดังนี้

บ่อที่ 1 ปริมาณผักตบชวาเมื่อเริ่มปลูก 550

กรัม ใช้ระยะเวลาปลูกก่อนการเก็บเกี่ยว 8 สัปดาห์ อัตราการขยายตัวเพิ่มเติมของอัตราการเจริญเติบโตเมื่อปลูกที่บ่อนี้ คือ 10 % ต่อ สัปดาห์ อุณหภูมิน้ำในบ่อ 25 องศาเซลเซียส ค่าแรงคนงานในการเก็บเกี่ยว 50 บาทต่อชั่วโมง

บ่อที่ 2 ปริมาณผักตบชวาเมื่อเริ่มปลูก 900

กรัม ใช้ระยะเวลาปลูกก่อนการเก็บเกี่ยว 7 สัปดาห์ อัตราการขยายตัวเพิ่มเติมของอัตราการเจริญเติบโตเมื่อปลูกที่บ่อนี้ คือ 8 % ต่อ สัปดาห์ อุณหภูมิน้ำในบ่อ 28 องศาเซลเซียส ค่าแรงคนงานในการเก็บเกี่ยว 40 บาทต่อชั่วโมง

บ่อที่ 3 ปริมาณผักตบชวาเมื่อเริ่มปลูก 500 กรัม ใช้

ระยะเวลาปลูกก่อนการเก็บ 9 สัปดาห์ อัตราการขยายตัวเพิ่มเติมของอัตราการเจริญเติบโตเมื่อปลูกที่บ่อนี้ คือ 6 % ต่อ สัปดาห์ อุณหภูมิน้ำในบ่อ 23 องศาเซลเซียส ค่าแรงคนงานในการเก็บเกี่ยว 40 บาทต่อชั่วโมง



(อัตราการเติบโตเพิ่มเติมของผักตบชวาในน้ำเสียจากวารสารสิ่งแวดล้อม, คณะสิ่งแวดล้อม, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561)

จากข้อมูลของดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณกรม นักวิชาการเกษตร ระบุไว้ถึงผักตบชวาจะมีอัตราการเจริญเติบโตเป็นเท่า ๆ หนึ่งของสัปดาห์ก่อนหน้านี้ ในสภาพน้ำปกติ เมื่อเริ่มต้น 500 กรัม หากปล่อยให้ทิ้งไว้ 14 สัปดาห์ จะมีปริมาณมากถึง 40,580 กรัม ซึ่งเป็นปัญหาในการกำจัดอย่างมาก

ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของฟาร์มแสนสุข ต้องการผักตบชวาที่มากที่สุด นักเรียนจะเลือกปลูกผักตบชวาที่บ่อใด และจะได้ผักตบชวาที่มากที่สุด เป็นปริมาณเท่าใด

รหัส ชื่อ งานกลุ่ม งานเดี่ยว

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแล้วตอบคำถามข้อที่ 1 - 2

1. ตัวอย่างการปลูกผักตบชวาในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีที่ไหนบ้าง และปลูกเพื่ออะไรบ้าง

2. การปลูกผักตบชวาที่นักเรียนสืบค้นส่วนใหญ่ ต้องคำนึงถึงปัจจัย อะไรบ้าง

ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ในใบกิจกรรมแล้วตอบคำถามข้อที่ 3 - 14

3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม การปลูกผักตบชวามีปัจจัยใดบ้างที่เหมือนกัน

4. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง

5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย

บ่อที่	ข้อดีของบ่อบำบัดน้ำเสีย	ข้อเสียของบ่อบำบัดน้ำเสีย
1		
2		
3		

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 – 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

(ต่อ) 12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11



13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์
ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”
ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

เฉลยกิจกรรม “ผักตบชวา”

1. ตัวอย่างการปลูกผักตบชวาในชีวิตจริงของนักเรียนที่สืบค้น มีที่ไหนบ้าง และปลูกเพื่ออะไรบ้าง
 - คลองมหาสวัสดิ์ปลูกเพื่อนำไปทำเป็นปุ๋ย ฟาร์มปศุสัตว์ต่าง ๆ ปลูกเพื่อนำไปเป็นอาหารของสัตว์ในฟาร์ม โรงงานต่าง ๆ ปลูกเพื่อเป็นสิ่งที่ช่วยในการบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น
2. การปลูกผักตบชวาที่นักเรียนสืบค้นส่วนใหญ่ ต้องคำนึงถึงปัจจัย อะไรบ้าง
 - ปริมาณผักตบชวาที่ปลูกเริ่มต้น อัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวา อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มเติมเมื่อมีสารเร่งเจริญเติบโต(น้ำเสียจากโรงงาน) ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผักตบชวา ระยะเวลาในการปลูก เป็นต้น
3. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้นและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม การปลูกผักตบชวามีปัจจัยใดบ้างที่เหมือนกัน
 - ปริมาณผักตบชวาที่ปลูกเริ่มต้น อัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวา อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มเติมเมื่อมีสารเร่งเจริญเติบโต(น้ำเสียจากโรงงาน) ค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผักตบชวา ระยะเวลาในการปลูก
4. สิ่ง สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง
 - บ่อบำบัดน้ำเสียที่เจ้าของฟาร์มแสนสุขควรเลือกปลูกผักตบชวาที่จะให้ปริมาณผักตบชวาที่มากที่สุด
 - ปริมาณของจำนวนผักตบชวาที่มากที่สุดที่เจ้าของฟาร์มแสนสุขปลูก
5. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง
 - ประโยชน์และโทษของผักตบชวา
 - อัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวาในสภาพน้ำปกติ
 - รายละเอียดของบ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อในการปลูกผักตบชวา

6. ให้เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงที่สำคัญของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย

บ่อที่	ปริมาณผักตบชวาเมื่อเริ่มปลูก (กรัม)	ระยะเวลาปลูกก่อนการเก็บเกี่ยว (สัปดาห์)	อัตราการขยายตัวเพิ่มเติมของอัตราการเจริญเติบโต
1	550	8	10 %
2	900	7	8 %
3	500	9	6 %

7. ให้เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย

บ่อที่	ข้อดีของบ่อบำบัดน้ำเสีย	ข้อเสียของบ่อบำบัดน้ำเสีย
1	- อัตราการขยายตัวเพิ่มเติมของอัตราการเจริญเติบโตมากที่สุด	- ค่าแรงคนงานในการเก็บเกี่ยวมากที่สุด
2	- ปริมาณผักตบชวาเมื่อเริ่มปลูกมากที่สุด	- ระยะเวลาปลูกก่อนการเก็บเกี่ยว น้อยที่สุด
3	- ระยะเวลาปลูกก่อนการเก็บเกี่ยวมากที่สุด	- ปริมาณผักตบชวาเมื่อเริ่มปลูกน้อยที่สุด - อัตราการขยายตัวเพิ่มเติมของอัตราการเจริญเติบโตน้อยที่สุด

8. จากข้อมูลในข้อที่ 6 – 7 สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมเพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง และจะนำมาพิจารณาอย่างไร

- อัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวา นั่นคือจะต้องพิจารณาคำนวนค่าของอัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวา จากนั้นจึงนำค่าอัตราการเจริญเติบโตที่ได้ไปพิจารณาคำนวนร่วมกับการปลูกผักตบชวาแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย ดังนั้น เพื่อให้ทราบถึงจำนวนผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย จึงต้องคำนวณเปรียบเทียบจำนวนของผักตบชวาทั้ง 3 บ่อบำบัดน้ำเสีย

9. จากข้อที่ 8 ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง
 - การนำเสนอข้อมูลด้วยตารางและกราฟ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล
 (กำหนดตัวแปรและแทนค่า)

ขั้นที่ 2 การปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

10. ให้ปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขสำคัญ” จากข้อที่ 6 – 8 ให้อยู่ในรูปแบบ
 “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์”

- กำหนดให้
- A แทนปริมาณผักตบชวา (กรัม)
 - b แทนปริมาณผักตบชวาเมื่อเริ่มปลูกของแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย (กรัม)
 - c แทนระยะเวลาปลูกก่อนการเก็บเกี่ยวของแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย (สัปดาห์)
 - d แทนอัตราการขยายตัวเพิ่มเติมของอัตราการเจริญเติบโตของแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย
- และ x แทนอัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวา

11. ให้เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
 “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 10

$$A = b(x \cdot d)^c$$

- เมื่อกำหนดให้
- A แทนปริมาณผักตบชวา (กรัม)
 - b แทนปริมาณผักตบชวาเมื่อเริ่มปลูกของแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย (กรัม)
 - c แทนระยะเวลาปลูกก่อนการเก็บเกี่ยวของแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย (สัปดาห์)
 - d แทนอัตราการขยายตัวเพิ่มเติมของอัตราการเจริญเติบโตของแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย
- และ x แทนอัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวา

ขั้นที่ 3 การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

12. ให้แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด โดยใช้ “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์” ที่ได้จากข้อ 11

จากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ คือ $A = b(x \cdot d)^c$ จะนำมาพิจารณาเลือก บ่อบำบัดน้ำเสียในการปลูกผักตบชวา เพื่อให้ได้ผักตบชวาที่มีปริมาณมากที่สุด โดยพิจารณาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวาจากข้อมูล ของกรมชลประทาน ที่กล่าวว่าผักตบชวาจะมีอัตราการเจริญเติบโตเป็นเท่า ๆ หนึ่ง ของสัปดาห์ก่อนหน้านี้ในสภาพน้ำปกติ เมื่อเริ่มต้น 500 กรัม หากปล่อยทิ้งไว้ 14 สัปดาห์ จะมีปริมาณมากถึง 40,580 กรัม

$$\text{นั่นคือ } 40580 = 500 \cdot x^{14}$$

$$x = 1.3689$$

แสดงว่า อัตราการเจริญเติบโตของผักตบชวาคือ 1.3689 เท่าต่อสัปดาห์

เริ่มพิจารณาการปลูกผักตบชวาบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } A = 550 \left(1.3689 \cdot \frac{110}{100} \right)^8$$

$$A = 14537.1061$$

แสดงว่า ปริมาณผักตบชวาที่ได้จากการปลูกในบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1

คือ 14,537.1061 กรัม

พิจารณาต่อที่การปลูกผักตบชวาบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 2 จากข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนด

$$\text{จะได้ว่า } A = 900 \left(1.3689 \cdot \frac{108}{100} \right)^7$$

$$A = 13893.4743$$

แสดงว่า ปริมาณผักตบชวาที่ได้จากการปลูกในบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 2

คือ 13,893.4743 กรัม

และพิจารณาต่อที่การปลูกผักตบชวาบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 3 จากข้อมูลและเงื่อนไข

$$\text{ที่กำหนดจะได้ว่า } A = 500 \left(1.3689 \cdot \frac{106}{100} \right)^9$$

$$A = 14258.3182$$

แสดงว่า ปริมาณผักตบชวาที่ได้จากการปลูกในบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 3 คือ 14,258.3182 กรัม

13. ให้สรุปคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปริมาณผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย จะมีปริมาณดังนี้

ปริมาณผักตบชวาที่ได้จากการปลูกในบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1 คือ 14,537.1061 กรัม

ปริมาณผักตบชวาที่ได้จากการปลูกในบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 2 คือ 13,893.4743 กรัม

ปริมาณผักตบชวาที่ได้จากการปลูกในบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 3 คือ 14,258.3182 กรัม

ดังนั้น ปริมาณผักตบชวาที่ได้จากการปลูกในบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1

จะมีจำนวนมากที่สุด คือ 14,537.1061 กรัม

ขั้นที่ 4 การแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง

14. ให้แปลความหมายของ “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์”

ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง”

จากคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ถ้าเป็นเจ้าของฟาร์มแสนสุขและ

ต้องการผักตบชวาที่มากที่สุด จะเลือกปลูกผักตบชวาบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 1 เพราะ

จะปริมาณได้ผักตบชวาที่มากที่สุด คือ 14,537.1061 กรัม ซึ่งมากกว่า

บ่อบำบัดน้ำเสียที่ 2 643.6318 กรัมและมากกว่าบ่อบำบัดน้ำเสียที่ 3 278.7879 กรัม

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ “ผักตบชวา”

ข้อที่	ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
1	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวอย่าง	1
	- ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวอย่าง	0.5
	- ไม่ระบุตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
2	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้มากกว่า 2 ตัวแปร	1
	- ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้ 1 ตัวแปร	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรร่วมของสถานการณ์จริงที่สืบค้นเพิ่มเติมได้เลย	0
3	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรมได้ถูกต้องบางส่วน	0.5
	- ไม่ระบุตัวแปรที่เหมือนกับตัวแปรที่สืบค้นกับตัวแปรในสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม	0
4	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ได้ถูกต้อง	1
	- ระบุถึงสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการ	0
5	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุรายละเอียดข้อมูลส่วนที่สำคัญในสถานการณ์จริงไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
6	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย ที่สำคัญได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย ที่สำคัญได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสีย ที่สำคัญไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ “ผักตบชวา”


ข้อที่	ด้านการทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (12 คะแนน)	คะแนน
7	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสียได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสียได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสียไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0
8	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสียได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสียได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- ระบุสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสียไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
8	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสียเหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริง สมเหตุสมผล	3
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสียเหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่ไม่สมเหตุสมผล หรือ อภิปรายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก ไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงแต่สมเหตุสมผล	2
	- อธิบายให้เหตุผลถึงสิ่งที่ต้องนำมาร่วมพิจารณากับข้อมูลหรือเงื่อนไขของการปลูกผักตบชวาในแต่ละบ่อบำบัดน้ำเสียไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหาสถานการณ์จริงและไม่สมเหตุสมผล	1
	- ไม่อธิบายให้เหตุผลถึงแนวทาง/วิธีการที่เลือก	0
9	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้องมากกว่า 1 แนวคิด	1
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถใช้หาคำตอบได้ถูกต้อง 1 แนวคิด	0.5
	- ระบุความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ “ฝึกตอบจว”

ข้อที่	ด้านการปรับเปลี่ยนสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (10 คะแนน)	คะแนน
10	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- ระบุตัวไม่ทราบค่า จากการปรับเปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่สำคัญ” ของสถานการณ์จริง ไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุสิ่งใดเลย	0
11	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	3
	- สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เลย	0
ด้านการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (6 คะแนน)		
12	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหา ทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	4
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหา ทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เป็นส่วนใหญ่	3
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหา ทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง เพียงบางส่วน	2
	- แสดงวิธีการ ในการที่ใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหา ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีการใดเลย	0
13	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน	0.5
	- เขียนข้อสรุปสำหรับปัญหาในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใด เลย	0

(ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ “ฝึกตอบจว”

ข้อที่	ด้านการแปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (2 คะแนน)	คะแนน
14	- แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- แสดงถึงการเปรียบเทียบของข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนสิ่งใดเลย	0
14	- แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงได้ถูกต้อง ครบถ้วน	1
	- แปลข้อสรุปในทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสรุปสำหรับสถานการณ์จริงไม่ถูกต้อง หรือไม่แปลข้อสรุปเลย	0



ภาคผนวก จ
แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิง
คณิตศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วันที่ : เวลา

ชื่อกิจกรรม :

ชื่อนักเรียน : 1. ชั้น เลขที่
 2. ชั้น เลขที่
 3. ชั้น เลขที่
 4. ชั้น เลขที่

การให้คะแนน
 0 = ไม่มี
 1 = มีน้อย
 2 = มีมาก

พฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	นักเรียนคนที่				ข้อสังเกตเพิ่มเติม (ถ้ามี)
	1	2	3	4	
1. มี "การค้นหาสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนเพิ่มเติม" ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง					
2. ระบุ "ส่วนที่เหมือนกันของสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้น และสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม"					
3. มี "การขีดเขียน/วาดรูปประกอบ" ขณะทำความเข้าใจ					
4. ระบุ "สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา" ได้ถูกต้อง					
5. ระบุ "ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง" ได้ถูกต้อง					
6. อธิบาย "แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง" ได้ถูกต้องชัดเจน					
7. อธิบาย "ความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง" ได้ถูกต้อง					
8. เปลี่ยน "ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง" ให้อยู่ในรูป "ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์" ได้					
9. เข้าใจ "ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง" เป็นอย่างดี					
10. เลือกใช้ "ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์" ได้เหมาะสม					
11. เขียน "ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์" ได้ถูกต้องชัดเจน					
12. ลงมือ "แก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์" ได้อย่างเป็นระบบ					
13. เขียน "แสดงวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์" ได้ถูกต้อง					
14. เขียน "คำอธิบายกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์" ได้อย่างชัดเจน					
15. มี "ความพยายาม" ที่จะแก้ปัญหด้วยตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่นเมื่อติดขัด					
16. ระบุ "คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์" ได้ถูกต้อง					
17. มี "การเปรียบเทียบ/ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงก่อน"					
18. แปลความหมาย "คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์" ให้เป็น "คำตอบของสถานการณ์จริง" ได้ถูกต้อง					
19. มี "ส่วนร่วมและความรับผิดชอบในการแก้ปัญหา" ของกลุ่ม					
20. มี "ส่วนร่วมและความรับผิดชอบในการอภิปราย" ของกลุ่ม					
21. มี "ส่วนร่วมและความรับผิดชอบในการอภิปราย" ของชั้นเรียน					

แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วันที่ : เวลา

ชื่อกิจกรรม :

ชื่อนักเรียน : 1. ชั้น เลขที่

2. ชั้น เลขที่

3. ชั้น เลขที่

4. ชั้น เลขที่

พฤติกรรมในการแก้ปัญหาโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การทำความเข้าใจสถานการณ์จริง (ระบุ สถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนเพิ่มเติม / ส่วนที่เหมือนกันของสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสับสนและสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม / สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการหา / ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง / แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง)

.....

2. ปรับสถานการณ์จริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ (เปลี่ยน “ข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริง” ให้อยู่ในรูป “ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูล เงื่อนไข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง / เขียน “ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์”)

.....

3. การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ / อธิบายกระบวนการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน / ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์)

.....

4. แปลความหมายคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นคำตอบของสถานการณ์จริง (เปรียบเทียบ/ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงก่อน/ แปลความหมาย “คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์” ให้เป็น “คำตอบของสถานการณ์จริง” ได้ถูกต้อง)

.....

ภาคผนวก จ
แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิง
คณิตศาสตร์

แบบสัมภาษณ์กระบวนการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนเป้าหมาย

วันที่ เวลา

ชื่อกิจกรรม :

ชื่อนักเรียน :

ประเด็นที่สัมภาษณ์	บันทึกคำตอบของนักเรียน
<ol style="list-style-type: none"> 1. สถานการณ์จริงนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร 2. สถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนสืบค้น และสถานการณ์จริงในใบกิจกรรม มีส่วนใดเหมือนกันบ้าง 3. สิ่งที่สถานการณ์จริงต้องการมีอะไรบ้าง 4. ข้อมูลหรือเงื่อนไขในสถานการณ์จริงมีอะไรบ้าง 5. เขียนตารางแสดงข้อมูลหรือเงื่อนไขของสถานการณ์จริงได้ไม่อย่างไร 6. เขียนตารางแสดงข้อดีและข้อเสียอย่างไร 7. สิ่งที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกับตารางแสดงข้อมูลเงื่อนไขของสถานการณ์จริงและตารางแสดงข้อดีและข้อเสีย มีอะไรบ้าง 8. ความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการค้นหาคำตอบมีอะไรบ้าง 9. ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ได้ มีอะไรบ้าง 10. นักเรียนเริ่มต้นนำตัวแบบมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างไร 11. นักเรียนทราบได้อย่างไรว่า คำตอบของตนเองถูกต้อง 12. นักเรียนคิดว่ามีตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์แบบอื่นที่สามารถแก้ปัญหาสถานการณ์จริงนี้อีกหรือไม่อะไรบ้าง (ถ้ามี) 	



ภาคผนวก ช
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่ (1) กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (3) แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และ (4) แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์จริงโดยใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคดี
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศุทธวรรณ ศรีภิรมย์ สิรินิตกุล
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ ดร.ธัชพล พลรัตน์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวรพชร วงษ์ประทีป
วัน เดือน ปี เกิด	17 ตุลาคม พ.ศ.2537
สถานที่เกิด	เพชรบูรณ์
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษา จากโรงเรียนเพชรพิทยาคม พ.ศ. 2561 ปริญญาตรี ศึกษาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการสอน คณิตศาสตร์ (เกียรติคุณอันดับ 1) จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2565 ปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาร์.เอส.อาร์ แมนชั่น ซี.เสร์ไทย 1 แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กทม.
ที่อยู่ปัจจุบัน	10240

