



การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL ACTIVITIES TO ENHANCE
MATHEMATICAL PROBLEM POSING ABILITY RELATED TO NUMBER
AND ALGEBRA OF MATHEMATICS PRESERVICE TEACHER

จิราวรรณ เทพจินดา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL ACTIVITIES TO ENHANCE
MATHEMATICAL PROBLEM POSING ABILITY RELATED TO NUMBER
AND ALGEBRA OF MATHEMATICS PRESERVICE TEACHER



JIRAWAN THEPJINDA

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

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

ของ

จิราวรรณ เทพจินดา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาดุฎิบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันทจักรุภรณ์) (รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศรีมี เพ็ญฟู)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญานิน กองทิพย์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
ผู้วิจัย	จิราวรรณ เทพจินดา
ปริญญา	การศึกษาศุภบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. รุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญาณิน กองทิพย์

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้คือ (1) เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ (2) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 60/60 (3) เพื่อศึกษาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (4) เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นอาจารย์ ครูพี่เลี้ยง นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า (1) สภาพการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ (1.1) อาจารย์ ครูพี่เลี้ยง และนักศึกษาครูคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก (1.2) เมื่อให้นักศึกษาตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าบริบทของปัญหาที่สร้างขึ้นไม่แตกต่างจากปัญหาที่กำหนด ภาษาที่ใช้ยังไม่ชัดเจนและสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน การเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่เป็นระบบ ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหามีเพียงยุทธวิธีเดียว และเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นไม่สอดคล้องกับชีวิตจริง และ (1.3) นักศึกษาครู อาจารย์และครูพี่เลี้ยงมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน และมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศสตร์น้อย (2) กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 67.54/66.82 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 60/60 (3) นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตมีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (4) เมื่อนักศึกษาครูคณิตศาสตร์มีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักศึกษาสามารถพัฒนาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านต่อไปนี้ได้ (4.1) บริบทของปัญหา นักศึกษาสามารถเปลี่ยนแปลงบริบทของปัญหาให้แตกต่างจากบริบทเดิมชัดเจนมากขึ้น (4.2) ภาษา นักศึกษาใช้ภาษาที่เป็นทางการในการสร้างสถานการณ์ปัญหามากขึ้น (4.3) ปัญหาที่สามารถแก้ได้ นักศึกษาแสดงการเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาได้เป็นระบบมากขึ้น (4.4) ด้านยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา นักศึกษาสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสรุปคำตอบได้ชัดเจนมากขึ้น และ (4.5) ความสมเหตุสมผลของปัญหา นักศึกษาสามารถตั้งปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ และนำไปสู่การหาผลเฉลยได้ดีขึ้น

คำสำคัญ : กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์, นักศึกษาครูคณิตศาสตร์

Title	THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL ACTIVITIES TO ENHANCE MATHEMATICAL PROBLEM POSING ABILITY RELATED TO NUMBER AND ALGEBRA OF MATHEMATICS PRESERVICE TEACHER
Author	JIRAWAN THEPJINDA
Degree	DOCTOR OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Dr. Rungfa Janjaruporn
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Yanin Kongthip

The purposes of this research are as follows: (1) to study the teaching and learning conditions related to mathematics problem posing among pre-service teachers, lecturers and mentor teachers in mathematics; (2) to develop instructional activities to enhance the mathematical problem posing abilities of pre-service teachers based on a 60/60 criterion; (3) to study the mathematical problem posing abilities of pre-service teachers; and (4) to study the mathematical problem posing behaviors of pre-service teachers. The target groups were selected by purposive sampling, including pre-service teachers, lecturers and mentor teachers from the Bachelor of Education Program in Mathematics in the Faculty of Education at Surathani Rajabhat University. The findings of the research indicated: (1) the teaching and learning conditions related to mathematical problem posing: (1.1) the average score of beliefs related to mathematical problem posing among pre-service teachers, lecturers and mentor teachers was at a high level; (1.2) when pre-service teachers posed problems, the results showed that the context was not dissimilar to the given problems, the language was unclear, the problem-solving process was unsystematic, only one strategy was used to solve each problem, and the posed situation conditions were unrealistic; and (1.3) the pre-service teachers, lecturers and mentor teachers had misconceptions about and little experience of mathematical problem posing; (2) the teaching and learning activities enhanced the mathematical problem posing abilities of the pre-service teachers with an efficiency of 67.54/66.82, which met the 60/60 criterion; (3) the pre-service teachers were taught with teaching and learning activities that enhanced mathematical problem posing abilities related to numbers and algebra, had an ability higher than the criterion of 60% of the full score, with more than 60% of the pre-service teachers at a level of 0.05; and (4) when the pre-service teachers gained more experience in mathematical problem posing, were able to develop their problem posing abilities, as follows: (4.1) Context – they could modify the context of the problem to be clearly different from the original; (4.2) Language – they could use more formal language in situational problem posing; (4.3) Solvable – they could explain the problem-solving process more systematically; (4.4) Mathematical Strategies – they could use problem-solving strategies and provide clear solutions; and (4.5) Reasonability – they could pose real-life problems, with more mathematical operations, which led to better solutions.

Keyword : Mathematics instructional activities, Mathematical problem posing, Pre-service teachers

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร.รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญานิน กองทิพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ท่านทั้งสองได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด อาจารย์ ดร.ธัชพล พลรัตน์ และ อาจารย์ ดร.ธีรเชษฐ์ เรืองสุขนันต์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการให้คำแนะนำและตรวจแก้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศรี มีเฟื่องฟู ประธานสอบปากเปล่า และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพี้ยซ้าย ที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบปากเปล่า ที่ได้ให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาคณิตศาสตร์คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่ให้คำแนะนำแนะนำในการเรียน และการทำปริญญานิพนธ์ และขอขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.ธีรเชษฐ์ เรืองสุขนันต์ อาจารย์ ดร.ธัชพล พลรัตน์ อาจารย์ ดร.จิตติมา ชอบเอียด อาจารย์ ดร.อิสริยา ปรมัตถการ อาจารย์อนินชาวี เพชรรัตน์ ที่ช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และให้คำปรึกษาในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสนธิ และคุณแม่เสาวภา เทพจินดา และครอบครัวคุณตามณี คุณยายสอาด ทนุกและครอบครัว ที่ได้ให้ทั้งกำลังใจ และกำลังใจทรัพย์สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ปริญญาโทและปริญญาเอก สาขาคณิตศาสตร์ทุกคนที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์เล่มนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดา มารดาและครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และขอยกคุณความดีนี้ให้แก่ผู้มีพระคุณ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์นี้ทุก ๆ ท่าน

จิราวรรณ เทพจินดา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ	๗
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
คำถามวิจัย.....	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	6
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	6
ระยะที่ 1 สํารวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์	6
ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริม สร้าง ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและ พีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย.....	7
ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์	8
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา	8
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา	9

ตัวแปรที่ศึกษา	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
สมมติฐานการวิจัย.....	11
กรอบแนวคิดการวิจัย	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	14
1.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	14
1.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	15
1.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์	18
1.4 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	21
1.5 แนวการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	25
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	26
2.1 ความหมายของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	27
2.2 กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	28
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เสริมสร้าง	
ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	32
3.1 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	32
3.2 แนวการประเมินผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	37
3.3 กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา	49
3.4 แนวการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์	60
ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	65
4.1 งานวิจัยในประเทศ.....	65
4.2 งานวิจัยต่างประเทศ.....	68

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	71
ระยะที่ 1 สํารวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาคณิตศาสตร์.....	74
1.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	74
1.2 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดเพื่อสํารวจและ ศึกษาสภาพการเรียน การสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	74
1.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	76
1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	80
1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	80
ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้าง ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับ นักศึกษาคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย.....	81
2.1 กลุ่มเป้าหมายสำหรับกลุ่มทดลองนําร่อง	82
2.2 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนากิจกรรม การเรียนการ สอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต สำหรับนักศึกษาคณิตศาสตร์.....	82
2.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	90
2.4 การหาประสิทธิภาพของของกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือวิจัย.....	93
ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง กับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาคณิตศาสตร์	94
3.1 การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย.....	94
3.2 การกำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการ ตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์สํารวจจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 4..	95
3.3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล	95
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	95

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	97
ระยะที่ 1 สํารวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์.....	97
ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความ สามารถ ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครู คณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย	119
ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ เกี่ยว ข้อง กับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์	124
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	190
ความมุ่งหมาย สมมติฐานและวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป	190
ความมุ่งหมายของการวิจัย	190
สมมติฐานการวิจัย	190
วิธีดำเนินการวิจัย	190
ระยะที่ 1 สํารวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการ ตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์	191
ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้าง ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและ พีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย.....	193
ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์	197
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	199
ระยะที่ 1 สํารวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์.....	200
ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้าง ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต สำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย.....	203

ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักศึกษาคณะครุศาสตร์	204
ข้อเสนอแนะ	212
1. ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน	212
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	212
บรรณานุกรม	213
ภาคผนวก.....	220
ภาคผนวก ก การหาคุณภาพของเครื่องมือ	221
ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย และการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย	230
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	234
ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	263
ภาคผนวก จ รายนามผู้เชี่ยวชาญ	287
ประวัติผู้เขียน	289

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 สรุปลักษณะของกิจกรรมการตั้งโจทย์ปัญหา	34
ตาราง 2 การวิเคราะห์ความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ (Mathematical complexity) ในแต่ละระดับ	40
ตาราง 3 เกณฑ์การพิจารณาผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโรสิลและคณะ	42
ตาราง 4 เกณฑ์การพิจารณาผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของแคนคอยและออสเดอร์	45
ตาราง 5 สรุปเกณฑ์การพิจารณาผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษา	47
ตาราง 6 เกณฑ์ในการประเมินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย	48
ตาราง 7 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผลในหมวดวิชาเฉพาะด้าน ด้านคุณธรรม จริยธรรม	50
ตาราง 8 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผลในหมวดวิชาเฉพาะด้าน ด้านความรู้	52
ตาราง 9 ผลการเรียนรู้กลยุทธ์การสอนและการประเมินผลในหมวดวิชาเฉพาะด้าน ด้านปัญญา	54
ตาราง 10 ผลการเรียนรู้กลยุทธ์การสอนและการประเมินผลในหมวดวิชาเฉพาะด้าน ด้านทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ	56
ตาราง 11 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผลในหมวดวิชาเฉพาะด้าน ด้านทักษะ การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	58
ตาราง 12 กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ในแต่ละคาบเรียน	85
ตาราง 13 การประเมินผลจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	89
ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบสอบถามความเชื่อที่ เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์	98
ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบสอบถามความเชื่อ ที่ เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของครูพี่เลี้ยง	102
ตาราง 16 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบสอบถามความเชื่อ ที่ เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5	106

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพรายบุคคลของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาคณิตศาสตร์.....	120
ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่มย่อยของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาคณิตศาสตร์.....	121
ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพภาคสนามของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาคณิตศาสตร์.....	123
ตาราง 20 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบใบกิจกรรมรายบุคคลครั้งที่ 1 – 3 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาคณิตศาสตร์.....	125
ตาราง 21 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย	126
ตาราง 22 ดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาคณิตศาสตร์.....	223
ตาราง 23 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 1	224
ตาราง 24 ดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือ ในระยะที่ 2	225
ตาราง 25 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2	226
ตาราง 26 คะแนนการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2.....	227
ตาราง 27 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ	228
ตาราง 28 คะแนนของนักศึกษากลุ่มเป้าหมายที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาคณิตศาสตร์.....	231

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	12
ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา.....	16
ภาพประกอบ 3 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตร ตามแนวคิดของวิลสันและคณะ	17
ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดในการเรียนรู้การตั้งปัญหาใหม่โดยการเลียนแบบจากตัวอย่าง.....	29
ภาพประกอบ 5 กรอบแนวคิดพื้นฐานของการตั้งปัญหาใหม่.....	30
ภาพประกอบ 6 Silver's problem-posing model	31
ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความซับซ้อนในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	39
ภาพประกอบ 8 ระยะและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	73
ภาพประกอบ 9 สถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1	111
ภาพประกอบ 10 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างสถานการณ์หรือปัญหา จากการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แก้มาแล้วข้างต้นด้วยการเปลี่ยนแปลงโปรโมชัน	112
ภาพประกอบ 11 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แก้มาแล้วข้างต้นด้วยการเปลี่ยนแปลงชื่อร้านและราคาบุฟเฟต์ ...	112
ภาพประกอบ 12 ข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ข้อที่ 2	113
ภาพประกอบ 13 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ ด้วยการจัด รายการโปรโมชันสินค้าด้วยการจัดรายการโปรโมชันสินค้า.....	113
ภาพประกอบ 14 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ ด้วยการจัด รายการโปรโมชันสินค้าด้วยการเปลี่ยนแปลงชื่อสินค้า ขนาดและราคาสินค้า	113
ภาพประกอบ 15 การเขียนเพียงเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งเป็นเพียงประโยคหรือวลี ไม่ ปรากฏการเขียนข้อคำถาม.....	114
ภาพประกอบ 16 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) เป็นเพียงประโยคหรือวลีสั้น ๆ.....	115
ภาพประกอบ 17 แนวคิดของการสร้างเงื่อนไขหรือปัญหา แต่ไม่ใช่กระบวนการแก้ปัญหานำไปสู่ การหาคำตอบ.....	116
ภาพประกอบ 18 การเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน.....	117

ภาพประกอบ 19 ยุทธวิธีการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการแก้สถานการณ์ หรือปัญหาจาก ข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้.....	118
ภาพประกอบ 20 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเลียนแบบสถานการณ์ปัญหา ที่กำหนดให้ แล้วเปลี่ยนแปลงโปรโมชันของปัญหา	129
ภาพประกอบ 21 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเลียนแบบสถานการณ์ปัญหา	129
ภาพประกอบ 22 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเลียนแบบสถานการณ์ ปัญหาที่กำหนดให้ แล้วเพิ่มเงื่อนไขของวายุ.....	129
ภาพประกอบ 23 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเลียนแบบสถานการณ์ปัญหา ที่กำหนดให้ แล้วเพิ่มเงื่อนไขของเมฆา	130
ภาพประกอบ 24 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเลียนแบบสถานการณ์ปัญหา ที่ กำหนดให้ แล้วเพิ่มเงื่อนไขของปัญหา	130
ภาพประกอบ 25 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเลียนแบบสถานการณ์ปัญหา ที่ กำหนดให้ แล้วเพิ่มเงื่อนไขของวายุ	131
ภาพประกอบ 26 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์ เป็น บริบทที่แตกต่างจากบริบทเดิมแต่ไม่ชัดเจนของธรา	131
ภาพประกอบ 27 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเลียนแบบสถานการณ์ปัญหา ที่กำหนดให้ แล้วเพิ่มเงื่อนไขของเมฆา	131
ภาพประกอบ 28 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์ เป็น บริบทที่แตกต่างจากบริบทเดิมได้ชัดเจนของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย	132
ภาพประกอบ 29 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบท เพียงบางส่วนของ เมฆา.....	132
ภาพประกอบ 30 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบท เพียงบางส่วนของ ปัญหา	133
ภาพประกอบ 31 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบท เพียงบางส่วนของ ธรา	133
ภาพประกอบ 32 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบทของ สถานการณ์ ปัญหาเป็นบริบทที่แตกต่างจากเดิมได้ชัดเจนของวายุ.....	133
ภาพประกอบ 33 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์ ปัญหาเป็นบริบทที่แตกต่างจากเดิมได้ชัดเจนของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย	134

ภาพประกอบ 48 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ เกี่ยวกับ “การปูพื้น” ของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษาเป้าหมาย	140
ภาพประกอบ 49 นักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมายใช้การตัดคำ และสะกดคำผิด	142
ภาพประกอบ 50 การตั้งสถานการณ์ปัญหาที่ไม่ได้ใช้ประธานขึ้นต้นประโยค และไม่ได้ปรับการใช้ภาษาให้เหมาะสมกับการตั้งสถานการณ์ปัญหาของบุหงา	142
ภาพประกอบ 51 การตั้งสถานการณ์ปัญหาที่มีการใช้คำว่า “โดย” ซึ่งเป็นโครงสร้าง ของภาษาต่างประเทศของเมฆา	143
ภาพประกอบ 52 การตั้งสถานการณ์ปัญหาที่มีการใช้คำว่า “โดย” ซึ่งเป็นโครงสร้าง ของภาษาต่างประเทศของเมฆา	143
ภาพประกอบ 53 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีการใช้คำเชื่อมประโยคซ้ำซ้อน	144
ภาพประกอบ 54 การสะกดคำผิดและเรียบเรียงภาษายังไม่สละสลวย ที่อ่านแล้วเข้าใจยาก ของบุหงา	145
ภาพประกอบ 55 การให้ข้อมูลไม่ครบถ้วน คำถามที่ไม่ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจยากของวายุ	146
ภาพประกอบ 56 การสะกดคำผิดและเรียบเรียงภาษายังไม่สละสลวย ที่อ่านแล้วเข้าใจยาก ของเมฆา	146
ภาพประกอบ 57 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของบุหงาที่ใช้การวรรคตอนที่ไม่เหมาะสม	147
ภาพประกอบ 58 การใช้คำเชื่อมฟุ่มเฟือยในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของวายุ	147
ภาพประกอบ 59 การใช้ภาษาที่เป็นทางการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษาเป้าหมาย	148
ภาพประกอบ 60 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาดั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 “ซานมໄໝ່ມຸກ” ของบุหงา	150
ภาพประกอบ 61 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาดั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 “ซานมໄໝ່ມຸກ” ของธารา	150
ภาพประกอบ 62 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาดั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 “ซานมໄໝ່ມຸກ” ของวายุ	151
ภาพประกอบ 63 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาดั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 “ซานมໄໝ່ມຸກ” ของเมฆา	152
ภาพประกอบ 64 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาดั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 “ແຣດ” ของบุหงา	154

ภาพประกอบ 79 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 “จักจั่น” วิธีที่ 1 ของเมฆา	170
ภาพประกอบ 80 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 “จักจั่น” วิธีที่ 2 ของเมฆา	171
ภาพประกอบ 81 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของบุหงา	173
ภาพประกอบ 82 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของธรา	174
ภาพประกอบ 83 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของวายุ	174
ภาพประกอบ 84 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของวายุ	175
ภาพประกอบ 85 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของเมฆา	177
ภาพประกอบ 86 การเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 “แรด” ของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย	179
ภาพประกอบ 87 การเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย	182
ภาพประกอบ 88 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรม “ซานมโซ่มุก” ของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย.....	185
ภาพประกอบ 89 การแสดงวิธีการหาผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรม “ซานมโซ่มุก” ของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย	185

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในอดีตเชื่อกันว่า ถ้าผู้เรียนสามารถจดจำสูตร กฎ ทฤษฎีบท ทำตามตัวอย่าง พิสูจน์หรือแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือเรียนและทำข้อสอบได้ก็ถือว่าผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์แล้ว จากความเชื่อดังกล่าวทำให้เป้าหมายการเรียนคณิตศาสตร์ในยุคสมัยนั้นให้ความสำคัญกับการจดจำสูตร กฎ ทฤษฎีบท วิธีการหาคำตอบหรือการพิสูจน์โดยไม่สนใจที่จะให้นักเรียน มีความเข้าใจถึงเหตุผลที่แท้จริงว่าทำไมจึงต้องเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์เหล่านั้นและคณิตศาสตร์ที่เรียนไปสามารถใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวได้อย่างไร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555b, น. 7) แต่ในปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้เปลี่ยนจุดเน้นจากการเรียนรู้โดยวิธีการท่องจำมาส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สะท้อนได้จากการพัฒนาหลักสูตรของสภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics. (NCTM)) ซึ่งเป็นองค์กรสำคัญที่มีบทบาทในการกำหนดทิศทางการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกาและทั่วโลก ได้มุ่งเน้นให้นักเรียนมี**ความสามารถในการแก้ปัญหา** เพื่อนำไปใช้ในการประกอบอาชีพหรือการดำเนินชีวิตในโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างมีความสุข (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2006, p. 5) เช่นเดียวกับประเทศไทยที่ได้ทำการปรับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยมีเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง ให้เหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560a, น. 7) เห็นได้ว่าในหลักสูตรคณิตศาสตร์ได้ให้ความสำคัญกับบทบาทของการแก้ปัญหาเป็นอย่างมากโดยเป็นกระบวนการสำคัญที่นักเรียนทุกคนควรเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เป็นทักษะติดตัว ทั้งการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย กระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจ ในสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555a, น. 6)

การแก้ปัญหากับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งบราวน์และวอลเทอร์ (Brown &

Walter, 2005, pp. 1-3) เห็นว่า การตั้งปัญหาสัมพันธ์กันอย่างลุ่มลึกกับกระบวนการแก้ปัญหาในสองส่วนคือ 1) การแก้ปัญหาใหม่ ๆ จำเป็นต้องใช้ทักษะต่าง ๆ มากมายเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตั้งปัญหาที่ดีขึ้นมาก่อน และ 2) บางครั้งหลังจากที่เราแก้ปัญหาจนหาผลลัพธ์หรือคำตอบได้แล้วเราอาจจะยังไม่เข้าใจถึงความสำคัญของสิ่งที่ได้ทำลงไปจนกว่าเราจะเริ่มสร้างหรือ ขยาย และวิเคราะห์ปัญหาใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับปัญหาเดิม ซึ่งการตั้งปัญหาจะช่วยให้เราเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น และยังทำให้เราค้นพบประเด็นความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นอีกจากความเห็นดังกล่าวแสดงว่า การตั้งปัญหาเป็นส่วนสำคัญของการแก้ปัญหามีบทบาทในการขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ การบูรณาการและการสร้างสรรค์ ถ้าผู้สอนมีการวางแผนกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกระบวนการที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงเหตุผลสะท้อนความคิดของตนเอง และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง (Lin & Leng, 2008, p. 2) นอกจากนี้ซิลเวอร์และคณะ (Silver & et al, 1996, p. 293) ได้กล่าวสนับสนุนว่า การตั้งปัญหาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์ และกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับ บราวน์และวอลเทอร์ (Brown & Walter, 1993, p. 187) ที่ให้ความเห็นว่า การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นหัวใจสำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

จากการสังเคราะห์งานวิจัยพบว่าการตั้งปัญหากับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ดำเนินควบคู่กันไป และการตั้งปัญหามีอิทธิพลทางบวกต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ สโตยานโนวา (Stoyanova & Ellerton, 1996, pp. 518-525) และดังก์เกอร์ (Duncker, 1945, p. 5) ที่เห็นว่า กิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการนำเสนอปัญหาที่ท้าทายโดยผู้สอนหรือผู้เรียนนั้นจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนและเพื่อนคนอื่น ๆ ต้องการที่จะแก้ปัญหาและคิดหาแนวทางที่จะแก้ปัญหานั้น ๆ เช่นเดียวกับ (Whitin, 2004, p. 129) ที่เห็นว่าการตั้งปัญหาเป็นการพัฒนาความคิดทางสติปัญญาและเป็นการสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระด้วยตัวของนักเรียนเอง เพราะการใช้ความคิดตั้งคำถามต่าง ๆ นั้นจะต้องเกิดจากความสงสัยหรือข้อความคาดการณ์ที่ผู้ตั้งปัญหาคิดสร้างขึ้นมาอย่างท้าทาย และสามารถขยายขอบเขตการแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์มากขึ้นด้วย ซึ่งฮาร์ท (Hart, 1981, pp. 11-16) ได้กล่าวสนับสนุนเพิ่มเติมว่า การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความเข้าใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี เป็นมหาวิทยาลัยที่ตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 ซึ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นที่เสริมสร้างพลังปัญญาของแผ่นดินฟื้นฟูการเรียนรู้ เชิดชูภูมิปัญญาของท้องถิ่น สร้างสรรค์ ศิลปวิทยา เพื่อความ

เจริญก้าวหน้าอย่างมั่นคงและยั่งยืนของปวงชน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การศึกษาส่งเสริมวิชาการและวิชาชีพชั้นสูง ทำการสอน การวิจัย การให้บริการวิชาการแก่สังคม ปรับปรุง ถ่ายทอด และพัฒนาเทคโนโลยี ทำนุบำรุงศิลปและวัฒนธรรม ผลิตครู และส่งเสริมวิทยฐานะครู และเพื่อให้การดำเนินบรรลุมติวัตถุประสงค์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จึงมีภาระหน้าที่ในการเสริมสร้างความเข้มแข็งของวิชาชีพครูผลิตและพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพและมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเป็นวิชาชีพชั้นสูงออกไปพัฒนาท้องถิ่น และในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต(ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ผู้สอนทุกคนจึงมุ่งพัฒนาคุณภาพนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ให้เป็นผู้เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ สามารถพัฒนาตนเองและแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง มีใจรักและศรัทธาในวิชาชีพครู เพื่อเป็นบุคลากรที่มีศักยภาพเพียงพอในการแข่งขันกับประเทศในกลุ่มประชาคมอาเซียนและเป็นผู้ดำเนินการเปลี่ยนแปลง แต่จากการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ปรากฏว่า นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ไม่สามารถออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียนหรือตั้งสถานการณ์ปัญหาใหม่นอกเหนือจากหนังสือเรียนได้ สอดคล้องกับทรงชัย อักษรคิด (2553b, น. 3) ที่พบว่า นักศึกษาครูยังขาดความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์นอกจากนี้ยังขาดประสบการณ์ในการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน จึงทำให้นักเรียนติดกับกรอบของการแก้ปัญหาแบบเดิม ๆ ที่พบเจอในหนังสือเรียนและไม่สามารถประยุกต์การแก้ปัญหามาใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ ทั้งนี้ผลการวิจัยของชนิตา รัชพลเมือง และคณะ (2560, น. 186) พบว่า สถาบันผลิตครูยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการใช้ครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ บัณฑิตครูส่วนหนึ่งยังขาดคุณภาพขาดความรู้ลึกซึ้งในรายวิชาที่สอน เช่นเดียวกับสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2556, น. 3) และ จัตรชัย หวังมีจงมี (2560, น. 52) ที่ให้ความเห็นว่า การพัฒนาครูที่ผ่านมายังไม่บรรลุเป้าหมายที่วางไว้เนื่องจากในการพัฒนาครูยังคงใช้รูปแบบเดิม ๆ ด้วยความคิดที่ว่า ครูจะต้องมีความรู้มากกว่านักเรียนจึงทำให้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนเป็นลักษณะที่ครูถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียนโดยการบอกเล่าสอนตามหนังสือ หนังสือมีเนื้อหาเช่นไรก็สอนไปอย่างนั้น เน้นหลักการ/ทฤษฎีมากกว่าการลงมือปฏิบัติ มีการใช้สื่อนวัตกรรมน้อย กิจกรรมการเรียนการสอนไม่ได้ฝึกให้ผู้เรียนเกิดการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายไม่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนขาดทักษะพื้นฐาน ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้

“ครู” เป็นบุคลากรสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพผู้เรียน โดยประเทศที่มีคะแนน PISA สูง เช่น ฟินแลนด์ จีน-ฮ่องกง สิงคโปร์ และเกาหลีใต้ ต่างมีจุดเด่นที่คุณภาพครูทั้งสิ้น ตั้งแต่การผลิตครู การคัดสรรครู และการพัฒนาครู (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2556, น. 47) จากผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่มีโอกาสได้เรียนกับครูที่สอนเก่งกว่าจะมีพัฒนาการที่ก้าวหน้ามากกว่านักเรียนที่เรียนกับครูที่สอนไม่เก่งถึง 3 เท่า และพบด้วยว่านักเรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนกับครูที่สอนไม่เก่งติดต่อกันหลายปีจะมีความล้าหลังทางการศึกษาที่ไม่สามารถหวนกลับคืนมาได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2556, น. 3) ดังนั้น “ครู” คือ บุคลากรที่มีความสำคัญในด้านการเรียนการสอนและการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เอง เป็นผู้มีความรู้ มีทักษะความสามารถในการเผชิญสถานการณ์ต่าง ๆ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2558, น. 4-5) และครูต้องออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนได้เรียนจากสถานการณ์ในชีวิตจริงและให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560b, น. 61) สอดคล้องกับ มคอ.2 รายละเอียดของหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ (5ปี) หลักสูตรปรับปรุง 2558 ที่กำหนดกลยุทธ์การสอนในวิชาเฉพาะด้านว่าผู้สอนควรผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามโครงสร้างและเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับด้านความรู้ทั่วไป วิชาชีพครู ความรู้เฉพาะด้านการสอนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์โดยบูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์ไปสู่ชุมชน สังคม และโลกแห่งความเป็นจริง ด้วยวิธีการที่หลากหลายและส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ก็เป็นกระบวนการเรียนรู้หนึ่งที่ถูกนำไปใช้ในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (ทรงชัย อักษรคิด, 2553b, น. 1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนสืบเสาะแสวงหาความรู้ต่างๆ ตามความสนใจของผู้เรียน เพิ่มศักยภาพในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ช่วยเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ และเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อีกทางหนึ่ง ทั้งนี้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถที่จะเกิดขึ้นทั้งก่อน ระหว่าง หรือหลังจากการแก้ปัญหาก็ได้ (Brown & Walter, 2005, p. 3) เช่นเดียวกับ ซิลเวอร์และคณะ (Silver & et al, 1996, p. 294) ที่ให้ความเห็นว่า การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อาจเกิดขึ้นได้หลังจากแก้ปัญหาแล้วทำการตรวจสอบเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้อีกครั้งเสมือนเป็นการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย "การตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ" ในขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya)

จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครู

คณิตศาสตร์เพื่อจะได้นำผลงานวิจัยมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์รวมทั้งเป็นประโยชน์ในการเตรียมความพร้อมให้นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ออกไปปฏิบัติการสอนและการทำงานต่อไปในอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำถามวิจัย

1. สภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร
2. กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ควรเป็นอย่างไร
3. ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร
4. พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์
2. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต
4. เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้ทราบถึงสภาพการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยง และนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

2. ได้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

3. เป็นแนวทางสำหรับผู้สอนในการเสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

4. เป็นแนวทางสำหรับนักวิจัยในการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 1 สํารวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

การสำรวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วย อาจารย์ ครูพี่เลี้ยง นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 5 คน โดยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ใน 2 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์และ (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์

1.1.2 ครูพี่เลี้ยงของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 10 คน โดยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของครูพี่เลี้ยงใน 2 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยงและ (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง

1.1.3 นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 45 คน โดยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาครูใน 3 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

- (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูและ
 (3) ด้านความสามารถในการตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย

กลุ่มเป้าหมายสำหรับกลุ่มทดลองนำร่องในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 5 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จำนวน 21 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยเลือกแบบเจาะจง และใช้เวลาในช่วงนอกเวลาเรียนปกติ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับสูง ปานกลาง และต่ำ โดยผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 3 ครั้ง ดังนี้

2.1 การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยของสถานการณ์ปัญหาและข้อคำถาม ของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ใช้ นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 1 คน

2.2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ใช้ นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน และเป็นนักศึกษาที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มรายบุคคล

2.3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ใช้ นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ จำนวน 12 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มรายบุคคลและกลุ่มย่อย

ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จำนวน 32 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยเลือกแบบเจาะจง และใช้เวลาในช่วงนอกเวลาเรียนปกติ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วแบ่งนักศึกษาออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ซึ่งในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับสูงจำนวน 1 คน นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับปานกลาง 2 คน และนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับต่ำ จำนวน 1 คน

จากนั้นผู้วิจัยเลือกนักศึกษาที่กล้าแสดงออก มีความสามารถในการสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของตนเองได้ดีเป็นนักศึกษาเป้าหมาย (Target student) จำนวน 4 คน ซึ่งได้จากการสอบถามและสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย และพิจารณาจากงานเขียน การสัมภาษณ์ แบบสังเกตพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยนักศึกษาเป้าหมายประกอบด้วย นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับสูงจำนวน 1 คน นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับปานกลาง 2 คน และนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับต่ำ จำนวน 1 คน เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์แล้วสัมภาษณ์การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาเป้าหมายแต่ละคนหลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษานี้ แบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสำรวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ เวลาที่ใช้ศึกษาในการวิจัยระยะที่ 1 คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย เวลาที่ใช้ศึกษาในการวิจัยระยะที่ 2 คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ เวลาที่ใช้ศึกษาในการวิจัยระยะที่ 3 คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต โดยเรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริงสมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ย และมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์
2. พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้แก้ปัญหาเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบโดยที่ผู้แก้ปัญหา还不知道วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้มาซึ่งคำตอบจากสถานการณ์นั้นในทันที

2. **การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง กระบวนการในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ โดยดัดแปลงจากกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) มี 2 ขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation)

2. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation)

3. ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ได้คะแนนจากการแสดงพฤติกรรมการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหามathematicsที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) โดยพิจารณาจาก 1. บริบท (Context) 2. ภาษา (Language) 3. ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable) 4. ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies) และ 5. ความสมเหตุสมผล (Reasonability)

4. พฤติกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ขณะดำเนินการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหามathematicsที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation)

5. กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ หมายถึง การดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งเน้นให้นักศึกษาครูคณิตศาสตร์จะได้เรียนรู้กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยดัดแปลงจากกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) ประกอบเป็นกิจกรรมการเรียนการสอน 2 ส่วนคือ 1) กิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยให้นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ดำเนินการแก้ปัญหามathematicsที่กำหนดให้แล้วทำการปรับปรุงข้อมูลหรือขยายเงื่อนไขจากปัญหามathematicsที่กำหนดให้ (Problem reformulation) และ 2) กิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยให้นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ดำเนินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation)

โดยเลือกใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problems) และปัญหาการประยุกต์หรือปัญหาสถานการณ์ (applied problems or situation problems) ที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง (real life problems) ซึ่งนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ต้องนำข้อมูลหรือเงื่อนไขหรือประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่กำหนดให้มาใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงแนวคิด/วิธีการ ในการหาคำตอบของปัญหาที่ตั้งขึ้นโดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต

ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์นักศึกษาครูคณิตศาสตร์จะได้ฝึกฝนและสร้างประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการตั้งปัญหาทาง

คณิตศาสตร์เป็นกลุ่ม และนำเสนอผลจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แนวคิด/วิธีการหาคำตอบของปัญหาที่ตั้งขึ้นทั้งของตนเองและของกลุ่ม ตลอดจนมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. แบบสังเกตพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดคำถามที่เกี่ยวข้องกับมุมมอง ความคิดเห็นที่นักศึกษาครูมีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ เพื่อบันทึกพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย แบบตรวจสอบรายการ(check list) และแบบบันทึกภาคสนาม(field note) โดยในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นอาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตและบันทึกพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกตพฤติกรรม นอกจากนั้นยังมีกล้องวิดีโอช่วยในการบันทึกรายละเอียด บรรยากาศการจัดการเรียนการสอน บทสนทนาและพฤติกรรม การตั้งปัญหาของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

7. แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดคำถามที่สอบถามเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ที่เป็นเป้าหมายของแต่ละคนหลังสิ้นสุดคาบเรียนในการตั้งปัญหา แต่ครั้งโดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์ นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่เป็นเป้าหมายแต่ละคนหลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

8. แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดของคำถามที่สร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการปรับปรุงข้อมูลหรือขยายเงื่อนไขจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้วหรือสร้างขึ้นใหม่จากร่องรอยหรือข้อมูลที่กำหนดให้ โดยพิจารณา 1. บริบท (Context) 2. ภาษา (Language) 3. ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable) 4. ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies) และ 5. ความสมเหตุสมผล (Reasonability)

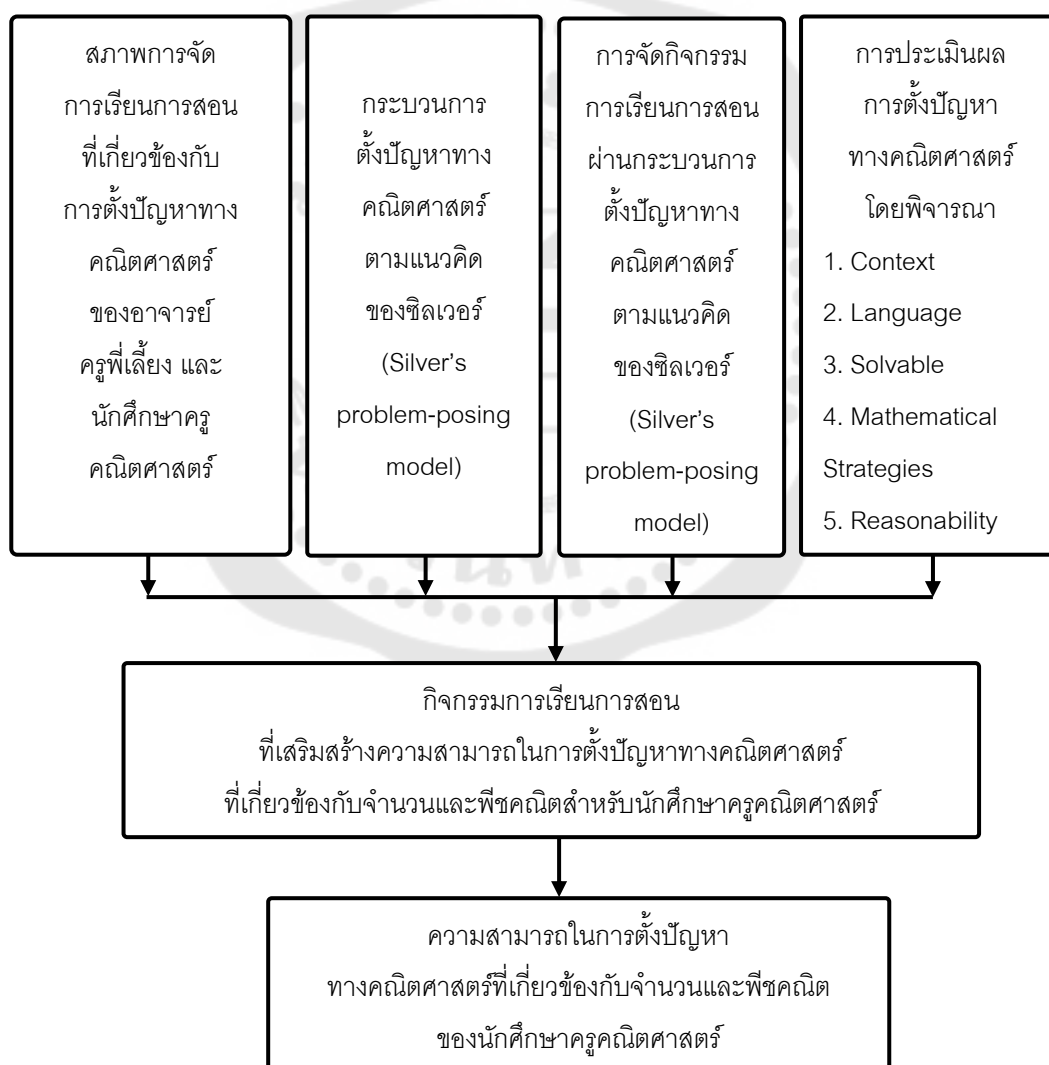
สมมติฐานการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์

2. นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตมีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการพัฒนาการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วนำเสนอในหัวข้อต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 1.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.4 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 1.5 แนวการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.2 กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 3.1 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.2 แนวการประเมินผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.3 กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา
- 3.4 แนวการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

คณิตศาสตร์

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 4.1 งานวิจัยในประเทศ
- 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในชีวิตประจำวันกิจกรรมที่เราทำอยู่เป็นประจำก็คือ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เช่น ปัญหา การเดินทาง ปัญหาการเรียน ปัญหาการทำงาน ปัญหาการดำเนินชีวิต ในบรรดาปัญหาเหล่านั้นมีทั้งปัญหาที่เราสามารถแก้ได้ง่ายโดยใช้เพียงความรู้หรือประสบการณ์เดิม ๆ และปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนมากจนเราไม่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ในทันทีที่ต้องอาศัยความรู้ทักษะและกระบวนการ และเทคนิควิธีหลายอย่างในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าเรามีความรู้หรือแหล่งความรู้ที่เพียงพอ เข้าใจขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา มีเทคนิคหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ตลอดจนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อน เราก็สามารถแก้ปัญหานั้นได้ดีและมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555b, น. 6)

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้ ผูกพันและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวผู้เรียน การเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย กระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555a, น. 6) สอดคล้องกับสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของอเมริกาที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์ มีอิทธิพลและเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2004, p. 32) การแก้ปัญหาไม่ได้เป็นเพียงแค่เป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์แต่ยังเป็นวิธีการที่สำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งหมด ซึ่งนักเรียนควรได้รับการเรียนรู้ ผูกพัน ให้เป็นทักษะติดตัวผู้เรียนเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและตลอดชีวิต

1.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เลสเตอร์ (Lester, 1978, p. 54) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหา (problem solving) เป็นชุดของการกระทำที่มีต่องานของการแก้ปัญหา

โพลยา (Polya, 1981, p. ix) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาเป็นการค้นหาแนวทาง การหลีกเลี่ยงต่อความยากลำบากและอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ไม่สามารถสำเร็จได้ในทันทีทันใด

ครูลิกและรูดนิก (Krulik & Rudnick, 1995, p. 4) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการซึ่งบุคคลใช้ทักษะและความเข้าใจที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000, p. 52) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาคือการดำเนินการต่องานที่วิธีการหาคำตอบยังไม่รู้มาก่อน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, น. 62) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาคือการหาคำตอบ หมายถึง การหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาคือผู้ที่ใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหา

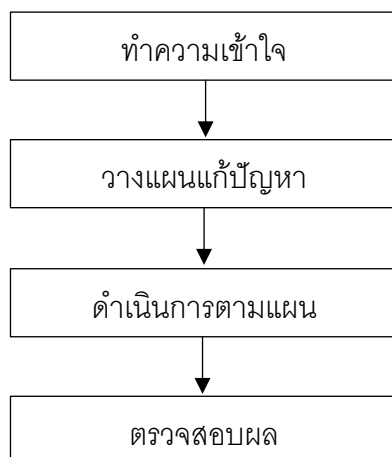
สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 39) ได้ให้ความหมายว่า การแก้ปัญหาคือกระบวนการเพื่อให้ได้คำตอบ ปัญหาของคนหนึ่งอาจไม่เป็นปัญหาของคนหนึ่ง ซึ่งในการแก้ปัญหาคือต้องมี การวางแผน การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ และเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหามา เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn, 2005, p. 5) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, น. 7) ได้ให้ความหมายในทำนองเดียวกันว่า การแก้ปัญหาคือการหาคำตอบ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาคือ การตั้งปัญหา การวางแผน การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหามา เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคือการหาคำตอบ หมายถึง กระบวนการวางแผน การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหามา เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

1.2 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการอย่างหนึ่ง ดังนั้นควรปลูกฝังให้ผู้เรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหามา แม้ว่าจะมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถดำเนินการแก้ปัญหามาด้วยตนเองได้ แต่มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ไม่รู้ว่าจะเริ่มต้นแก้ปัญหามาอย่างไร และจะดำเนินการแก้ปัญหามาอย่างไรต่อไป ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหามาที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายคือ กระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1957, pp. 5-19) จะเป็นกระบวนการแก้ปัญหามาที่ประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้ปัญหามา 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหามา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหามา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ ดังภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555b, น. 8-9) ได้อธิบายถึงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

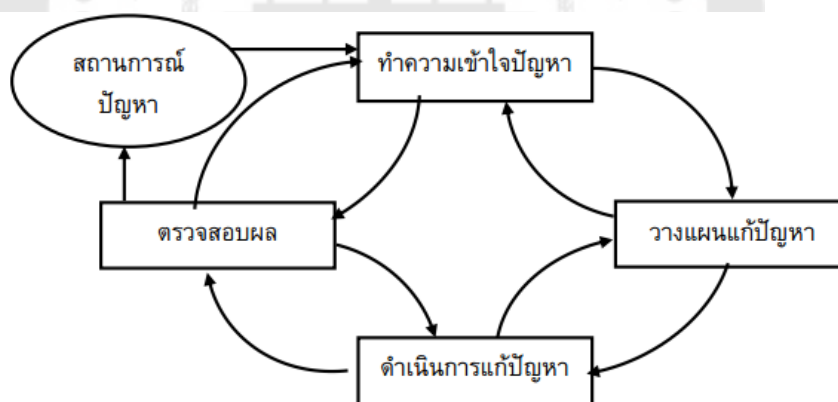
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหา และตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูล และเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปข้างหน้า พิจารณาในหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูปการเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองก็ได้

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล และตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และทำยสุดเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือ ยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการ ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมียุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของ คำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

วิลสันและคณะ (Wilson, Fernandez, & Hadaway, 1993, pp. 60-62) ได้เสนอกรอบแนวคิดว่ากระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตเนื่องจากเห็นว่าในกระบวนการแก้ปัญหาไม่มีลำดับตายตัว เช่น เมื่อผู้แก้ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา และวางแผนแก้ปัญหาแล้วอาจมีความจำเป็นที่จะต้องย้อนกลับมาพิจารณาปัญหาทำความเข้าใจกับปัญหาให้มากขึ้น หรือเมื่อวางแผนแก้ปัญหาแล้วแต่ขณะที่ได้ลงมือแก้ปัญหาอาจพบว่าไม่สามารถจะทำตามแผนได้ก็ต้องย้อนกลับมาวางแผนใหม่อีกครั้งหรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ ดังนั้น วิลสันและคณะ จึงได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาลักษณะของโพลยาในลักษณะพลวัต(dynamic) และแสดงเป็นวัฏจักร(cyclic) ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัต ตามแนวคิดของวิลสันและคณะ

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนที่ไม่มีลำดับตายตัว คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) ตรวจสอบ

1.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555b, น. 6) ได้ให้ความหมายของปัญหาและปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า **ปัญหา (problem)** หมายถึง สถานการณ์ที่เผชิญอยู่ และต้องการค้นหาคำตอบโดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้น ในทันที ถ้าสถานการณ์นั้นง่ายเกินไปจนรู้วิธีการหาคำตอบหรือรู้คำตอบทันที แล้วสถานการณ์นั้นก็ไม่ใช่วิธีการอีกต่อไป อย่างไรก็ตาม ปัญหาสำหรับคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่งก็ได้ ส่วน **ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (mathematics problem)** หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ทั้งนี้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ฟูง ปุย ยี (Foong, 2007, p. 55) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างปัญหาที่แท้จริง (Real problem-solving tasks) กับปัญหาที่คุ้นเคย (Routine problem Sums) มีความแตกต่างกัน คือ ปัญหาที่คุ้นเคยเป็นปัญหาในระดับต่ำซึ่งมีไว้เพื่อฝึกฝนแค่ในขั้นความรู้ ความจำเป็นหลักหรือถ้าพิจารณาในเชิงกระบวนการก็เป็นแบบฝึกหัดที่ต้องการขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาแบบตรงไปตรงมาก็ได้คำตอบ แต่สำหรับปัญหาที่แท้จริงนั้นเป็นปัญหาที่ต้องการกระบวนการทางสติปัญญาในขั้นสูงกว่าซึ่งมีลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

- 1) เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนและไม่ใช้การคิดตามขั้นตอนวิธี (Non-algorithm thinking)
- 2) เป็นปัญหาที่เน้นการวิเคราะห์งานและใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ อย่างเป็นกระบวนการ
- 3) เป็นปัญหาที่ส่งเสริมการสำรวจแนวคิด (Concepts) กระบวนการหรือความสัมพันธ์ ทางคณิตศาสตร์
- 4) เป็นปัญหาเชิงสถานการณ์ที่ท้าทาย น่าสนใจ และกระตุ้นให้เกิดความพยายาม ที่จะค้นหาคำตอบ

นักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

โพลยา (Polya, 1957, p. 154) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) ปัญหาให้ค้นหาคำตอบ (problem to find an answer) เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือให้หาวิธีการและคำอธิบายเหตุผล

2) ปัญหาให้พิสูจน์ (problem to prove) เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแสดง การให้เหตุผลว่า “ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง” หรือ “ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ”

ฮาร์ทฟิลด์ เอ็ดเวิร์ดส์ และบิทเทอร์ (Hatfield, Edwards, & Bitter, 2003, p. 37) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากลักษณะของปัญหาออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) ปัญหาปลายเปิด (open-ended problems) เป็นปัญหาที่มีคำตอบได้หลายคำตอบ ปัญหาลักษณะนี้จะมองว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ

2) ปัญหาให้ค้นพบ (discovery problems) เป็นปัญหาที่มีคำตอบเดียว แต่มีวิธีการหาคำตอบหลายวิธี

3) ปัญหาแนะให้ค้นพบ (guided discovery problems) เป็นปัญหาที่ต้องมีการแนะแนวทางในการหาคำตอบ

เลสเตอร์ (Lester, 2001, p. 570) เมเยอร์และเฮการ์ตี (Mayer & Hegarty, 1996, p. 32) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากผู้แก้ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัญหาที่คุ้นเคย และปัญหาที่ไม่คุ้นเคย

1) ปัญหาที่คุ้นเคย (routine problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนมีความคุ้นเคยกับ โครงสร้างและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น มักพบเห็นในหนังสือเรียน ส่วนมากเป็นปัญหาที่มี โครงสร้างไม่ซับซ้อนมากนัก

2) ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problems) เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยกับโครงสร้างและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา มักไม่ค่อยพบในหนังสือเรียน เมื่อต้องเผชิญกับปัญหาเหล่านี้ นักเรียนต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันจึงจะแก้ปัญหาได้ ส่วนมาก เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ซึ่งปัญหาประเภทนี้ถูกนำมาใช้ในการประเมินกระบวนการ แก้ปัญหาของนักเรียน

ทรงชัย อักษรคิด (2553a, น. 17-19) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากลักษณะของปัญหาออกเป็น 6 ประเภทซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ปัญหาขั้นตอนเดียว หรือปัญหาข้อความอย่างง่าย (one-step problems or simple translation problems) เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนเปลี่ยนข้อความในปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ปัญหาประเภทนี้มักเป็นปัญหาที่มี

ขั้นตอนเดียว และนักเรียนเคยพบมาก่อนในการเรียนการสอนปกติ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน กลยุทธ์ในการแก้ปัญหามักเป็นการเลือกการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (mathematical operation)

2) ปัญหาหลายขั้นตอน หรือปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (multiple-step problems or complex translation problems) เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนเปลี่ยนข้อความในปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เช่นกัน แต่เป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า 2 ขั้นตอน กลยุทธ์ในการแก้ปัญหามักเป็นการเลือกการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย (mathematical operations)

3) ปัญหาปลายเปิด (open-ended problems) เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนสร้างคำถามขึ้นมาเอง ปัญหาปลายเปิดจะมีคำตอบที่เปิดกว้างและเป็นไปได้หลายคำตอบ หรือมีวิธีการและแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมและวิธีการแก้ปัญหา ปัญหาประเภทนี้จะให้ความสำคัญกับกระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าคำตอบ ซึ่งทำให้นักเรียนต้องหาคำตอบของปัญหา และต้องอธิบายและแสดงวิธีการที่ได้มาของคำตอบด้วย

4) ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (process problems) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถเปลี่ยนข้อความในปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ในทันที นักเรียนต้องค้นหาขั้นตอน และกลยุทธ์ในการหาคำตอบก่อน เช่น การวาดรูป การสร้างตาราง หรือการแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ แล้วหา รูปแบบทั่วไปของปัญหา

5) ปัญหาการประยุกต์ หรือปัญหาสถานการณ์ (applied problems or situation problems) เป็นปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนใช้ข้อเท็จจริง ความรู้ ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้กำหนดไว้ในปัญหามาช่วยแก้ปัญหา ส่วนใหญ่มักเป็นปัญหาในชีวิตจริง (real life problems) ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการวิธีทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการหาคำตอบ เช่น การรวบรวมข้อมูล การแทนข้อมูลด้วย สัญลักษณ์ การจัดระบบข้อมูล ประมวลผล/ แปลผลข้อมูล และการตัดสินใจ

6) ปัญหาปริศนา (puzzle problems) เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิด สร้างสรรค์ เชาวน์ปัญญา และความเฉียบคมมาช่วยแก้ปัญหา ซึ่งบางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งก็ต้องใช้เทคนิคเฉพาะปัญหาประเภทนี้เป็นปัญหาที่มองได้หลายแง่มุมและมักเป็นปัญหาลับสมอง ปัญหาท้าทาย ซึ่งผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาก็จะแก้ปัญหাপระเภทนี้ได้ดี

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problems) ซึ่งเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยกับโครงสร้างและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา มักไม่ค่อยพบในหนังสือเรียนและเป็นปัญหาการประยุกต์หรือปัญหาสถานการณ์ (applied problems or situation problems) ที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง (real life problems) โดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต

1.4 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555a, น. 145-158) ได้เสนอแนวคิดว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาเป็นการเรียนการสอนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยผ่านสถานการณ์ปัญหาที่มีความเหมาะสมกับวัยและพัฒนาการของนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเองตามขั้นตอนการแก้ปัญหจะเป็นการช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและนอกห้องเรียน ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหา ครูจะต้องเตรียมปัญหาให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องและเหมาะสม แนวทางในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการแก้ปัญหาคือเป็นดังนี้

1) ครูควรใช้กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย

กิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกันเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้ลงมือแก้ปัญหาและปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ จนบรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้ ส่งเสริมให้นักเรียนพูดคุยสื่อสารซึ่งกันและกันอันนำไปสู่การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการในการแก้ปัญหของตนเอง ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกัน ตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ตลอดจนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง และจดจำได้นานมากขึ้น

2) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการ

แก้ปัญหา ได้เรียนรู้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

3) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ

ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนเดิมคำตอบเพียงคำเดียว เดิมคำตอบสั้น ๆ แล้วจึงเดิมคำตอบเป็นข้อความ หรือประโยค และเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการได้คิด การอธิบายในสิ่งที่ตนเองคิด และการนำเสนอแนวคิดของตนแล้วครูควรให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม เพราะการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอร่วมกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มด้วย

4) ครูควรยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนไม่ว่าจะถูกหรือผิด

ขณะที่นักเรียนอธิบายและนำเสนอแนวคิดของตน ครูควรยอมรับความคิดเห็นของ นักเรียนไม่ว่าจะถูกหรือผิดซึ่งการตอบผิดของนักเรียนจะทำให้ครูได้รู้ว่าข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหนและมีมากน้อยเพียงใด ครูไม่ควรย้ำสิ่งที่นักเรียนทำผิดหรือเข้าใจผิดแต่ควรชักถามอธิบายและเปิดอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

5) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนเริ่มต้นคิดหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน

ในการทำกิจกรรมครูควรสนับสนุนให้นักเรียนเริ่มต้นคิดหาวิธีแก้ปัญหด้วยตนเองก่อน เนื่องจากมีนักเรียนจำนวนมากที่ไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นคิดแก้ปัญหาอย่างไร จึงรอให้ครูแนะและตั้งคำถามนำ ครูควรตระหนักว่าการถามนำมากเกินไป จะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบคำถามครูทีละคำถาม ต่อเนื่องกันจนได้คำตอบ โดยไม่คิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหที่ครบขั้นตอนหรือกระบวนการด้วยตนเอง

6) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา

ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมแล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

7) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี

เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้คิดหายุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นที่แตกต่างจากเดิม แล้วให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นนั้น หาคำตอบของปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี

8) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนได้สำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปด้วยตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามกับตัวเองบ่อย ๆ โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย เช่น เพราะเหตุใด ทำไม และอย่างไร แล้วให้นักเรียนลงมือสำรวจสืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูปสร้างข้อความคาดการณ์ อธิบายและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ตลอดจนตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

9) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารได้มากกว่าหนึ่งช่องทางในการนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา

เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาและนำเสนอยุทธวิธีในกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาใช้ช่องทางการสื่อสารอื่นที่ใช้ในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอได้มากกว่าหนึ่งช่องทางการสื่อสาร

10) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ

ในการลงมือแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ นักเรียนไม่เพียงมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบ แต่นักเรียนยังมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่นขณะแก้ปัญหาอีกด้วยซึ่งจะทำให้ นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้ และการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบมีคุณค่ามากกว่าการแก้ปัญหาแบบเดียว

11) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้วครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิดยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา

จากปัญหาเดิม ซึ่งในการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้ จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ

12) ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง

หลังจากนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนได้รับรู้กระบวนการคิดของตนเอง ตรวจตราความคิด และกระบวนการคิดของตนเองว่ามีสิ่งใด บ้างที่รู้ และมีสิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ ตลอดจนสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาของตนออกมาด้วย โดยการให้นักเรียนเขียนบันทึก เช่น ความคิดเห็นของข้าพเจ้าต่อการแก้ปัญหานี้ ความประทับใจของข้าพเจ้าต่อการแก้ปัญหา อุปสรรคที่ข้าพเจ้าพบในการทำ การแก้ปัญหา ยุทธวิธีอื่นที่ใช้ในการแก้ปัญหา ความสมเหตุสมผลในการให้เหตุผลของข้าพเจ้า ประสิทธิภาพในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอของข้าพเจ้าในการแก้ปัญหา หรือความสามารถในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของข้าพเจ้าในการแก้ปัญหา เป็นต้น

13) ครูควรเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหา

เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ครูควรเป็นผู้นำเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้น เกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ปฏิบัติ แล้วร่วมกันสรุปว่ายุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาใดที่มีประสิทธิภาพอย่างเหมาะสม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ส่งเสริมให้นักศึกษาคณิตศาสตร์มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเองตามขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือเป็นกลุ่มย่อย เปิดโอกาสให้นักศึกษาคณิตศาสตร์ได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งยุทธวิธี และสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

1.5 แนวการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553, น. 41-44) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ผู้สอนต้องดำเนินการควบคู่ไปกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้เป็นปกติและสม่ำเสมอ โดยใช้วิธีการวัดและประเมินผลอย่างหลากหลาย เพราะการประเมินในชั้นเรียนเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่ มากน้อยเพียงใด มีสิ่งใดได้รับการพัฒนา และมีสิ่งใดต้อง ปรับปรุงและส่งเสริม โดยแบ่งการประเมินเป็น 3 ระยะ ได้แก่ การประเมินผลก่อนเรียน ประเมินผลระหว่างเรียน และประเมินผลหลังเรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินผลก่อนเรียน เป็นการประเมินที่ผู้สอนดำเนินการประเมินเพื่อตรวจสอบความรู้ ทักษะ/กระบวนการ ความพร้อมด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน โดยใช้วิธีที่เหมาะสม เพื่อเตรียมผู้เรียนทุกคนให้มีความพร้อมนำไปสู่การวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับศักยภาพของผู้เรียนรายบุคคล รายกลุ่ม หรือรายห้องเรียนทั้งนี้การประเมินผลจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพเช่น ข้อสอบ วินิจฉัย แบบสอบถาม แบบสำรวจรายการ แบบสัมภาษณ์ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้การจัดกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนได้เป็นอย่างดี แต่จะไม่นำผลการประเมินนี้ไปใช้ในการพิจารณาตัดสินผลการเรียน

2. การประเมินผลระหว่างเรียน เป็นการประเมินที่ผู้สอนดำเนินการประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้หรือหน่วยการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน นำไปสู่การแก้ไข ปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน และการพัฒนา คุณภาพผู้เรียนตามศักยภาพรายบุคคล รายกลุ่ม หรือรายห้องเรียน ผลการประเมินจะสะท้อนความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ตามศักยภาพของผู้เรียน โดยผู้สอนต้องเลือกวิธีการวัดและประเมินผล ที่เหมาะสม สอดคล้องกับภาระงานหรือกิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติ ทั้งนี้การประเมินผลจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบบันทึก และแบบสรุปความรู้ เป็นต้น โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริง

3. การประเมินผลหลังเรียน เป็นการประเมินที่ผู้สอนประเมินเพื่อตรวจสอบความสำเร็จ ของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ เมื่อสิ้นสุดหน่วยการเรียนรู้ รวมถึงปลายปี/ปลายภาค ผลที่ได้เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการประเมินก่อนเรียนจะทำให้สามารถประเมินศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนและประสิทธิภาพในการสอนของผู้สอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555a, น. 158-165) เห็นว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรยึดหลักการดังนี้

- 1) การประเมินผลต้องมีวัตถุประสงค์ของการประเมินผลที่ชัดเจน
- 2) การประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน
- 3) การประเมินผลต้องเลือกใช้เครื่องมือและวิธีการวัดที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับนักเรียนรอบด้าน
- 4) การประเมินผลการเรียนรู้ต้องเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตน

ดังนั้นในการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะแบ่งการประเมินเป็น 3 ระยะ ได้แก่ การประเมินผลก่อนเรียน ประเมินผลระหว่างเรียน และประเมินผลหลังเรียน ซึ่งกระทำอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบ

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ถูกนำไปใช้ในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้ทรงชัย อักษรคิด (2553a, น. 1) ได้ให้ความเห็นว่า ถ้า เซอร์ ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton, ช่วง ค.ศ. 1643-1727) ทำเฉยเมยไม่คิดว่า “การที่ลูกแอปเปิ้ล ตกลงบนพื้นดิน” นั้นเป็นปัญหาแล้วความรู้เรื่องแรงโน้มถ่วงหรือแรงดึงดูดของโลกก็อาจจะไม่เกิดขึ้น หรือถ้านักคณิตศาสตร์ในสมัยก่อนละเลยไม่สนใจว่า “การพิสูจน์สัจพจน์ที่ 5 ของยุคลิดสามารถทำได้หรือไม่” นั้น เป็นปัญหา แล้วเรขาคณิตนอกแบบยุคลิด (Non Euclidean Geometry) ก็อาจจะไม่เกิดขึ้น หรือถ้าเลออนฮาร์ด ออยเลอร์ (Leonhard Euler, ช่วง ค.ศ. 1707-1783) เพิกเฉยต่อสถานการณ์ที่ว่า “การเดินผ่านสะพานโคนิกส์เบิร์ก (Konigsberg Bridges) ให้ครบทั้งเจ็ดสะพานโดยไม่ให้ซ้ำเส้นทางเดิมและกลับมายังจุดเริ่มต้นทำได้หรือไม่” นั้น เป็นปัญหา แล้วความรู้เรื่องทฤษฎีข่ายงาน (Network theory) ก็อาจจะไม่เกิดขึ้น เป็นต้น

การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแง่มุมหนึ่งที่สำคัญของกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์รวมถึงการใช้ปัญหาในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ช่วยเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ และเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อีกทางหนึ่ง โดยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถ

ที่จะเกิดขึ้นทั้งก่อน ระหว่าง หรือหลังจากการแก้ปัญหาก็ได้ จะเห็นได้ว่าการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งบราวน์และวอลเทอร์ (Brown & Walter, 2005, pp. 1-3) มีแนวคิดว่าการตั้งปัญหาสัมพันธ์กันอย่างลุ่มลึกกับกระบวนการแก้ปัญหาในสองส่วนคือ 1) การแก้ปัญหาใหม่ ๆ จำเป็นต้องใช้ทักษะต่าง ๆ มากมายเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตั้งปัญหาที่ดีขึ้นมาก่อน และ 2) บางครั้งหลังจากที่เราแก้ปัญหาจนหาผลลัพธ์หรือคำตอบได้แล้วเราอาจจะยังไม่เข้าใจถึงความสำคัญของสิ่งที่ได้ทำลงไปจนกว่าเราจะเริ่มสร้างหรือขยาย และวิเคราะห์ปัญหาใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับปัญหาเดิม สอดคล้องกับ ซิลเวอร์และคณะ (Silver & et al, 1996, p. 294) ที่ให้ความเห็นว่า การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อาจเกิดขึ้นได้หลังจากแก้ปัญหาแล้วทำการตรวจสอบเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้อีกครั้งเสมือนเป็นการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย "การตรวจสอบ หรือมองย้อนกลับ" ในขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya, 1957, p. 18)

2.1 ความหมายของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ซิลเวอร์ (Silver, 1994, pp. 66-85) ได้ให้ความหมายว่า การตั้งปัญหาหมายถึง การทำให้เกิดปัญหาใหม่ (Generation of New Problems) หรือการปรับเปลี่ยนปัญหาที่ให้มา (Re-formulation of Given Problems)

อิงลิช (Lyn D English, 1997b, p. 172) การตั้งปัญหามีความหมาย รวมถึงการสร้างปัญหาใหม่ ๆ ขึ้นมาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือเป็นการสร้างปัญหาโดยการปรับขยายเงื่อนไขของปัญหาเดิมที่เคยแก้มาแล้วซึ่งปัญหาที่สร้างยังคงสัมพันธ์กับปัญหาเดิมอยู่ก็ได้

สโตยานโนวา (Stoyanova, 2003, pp. 33-37) ได้ให้ความหมายว่า การตั้งโจทย์ปัญหาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาในห้องเรียนเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้ตั้งปัญหาเพื่อให้นักเรียนร่วมกันคิดแก้ปัญหาต่างกล่าวนั้น หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้ตั้งปัญหาแล้วให้นักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยกันแก้ปัญหาก็ได้

นิโคลาว และ ฟิลลิปพู (Nicolaou & Philippou, 2007, p. 50) ได้ให้ความหมายว่า การตั้งโจทย์ปัญหา หมายถึง การทำให้เกิดโจทย์ใหม่และคำถามต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับการนำโจทย์มาเปลี่ยนรูปแบบได้กระบวนการแก้โจทย์ตามที่กำหนดให้ เมื่อคนแก้โจทย์พบใหม่หรือสร้างขึ้นใหม่จากโจทย์ที่กำหนดให้ในทางใดทางหนึ่งเพื่อให้ทางไปสู่อำนาจตอบได้มากขึ้น

เครือวัลย์ ไวลแสง (2549, น. 6) ให้ความหมายของการตั้งปัญหาว่า หมายถึง การยอมรับปัญหาและการท้าทายปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบทฤษฎีของ Brown & Walter (2005) การสร้างปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 คือการยอมรับปัญหา (accepting) ว่าเป็นปัญหาของตนเองเมื่อเป็นปัญหาของตนเองจึงอยากจะทำปัญหา พฤติกรรมที่แสดงออกว่ามี การยอมรับปัญหา คือ มีการพูดถึงเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ ให้ความสนใจกับปัญหา มีความพยายามที่จะหาคำตอบ เสี่ยงตั้งคำถามโดยที่อาจจะไม่มีวิธีการหาคำตอบเลย มีการตีความหมายของคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2 คือ การท้าทายปัญหา (challenging) ได้แก่การเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขของปัญหา การตั้งคำถามเชิง “ถ้าเป็นอย่างนี้แล้วจะเป็นอย่างไร (What if.)” หรือ “ถ้าไม่เป็นอย่างนั้นแล้วจะเป็นอย่างไร (What if not)”

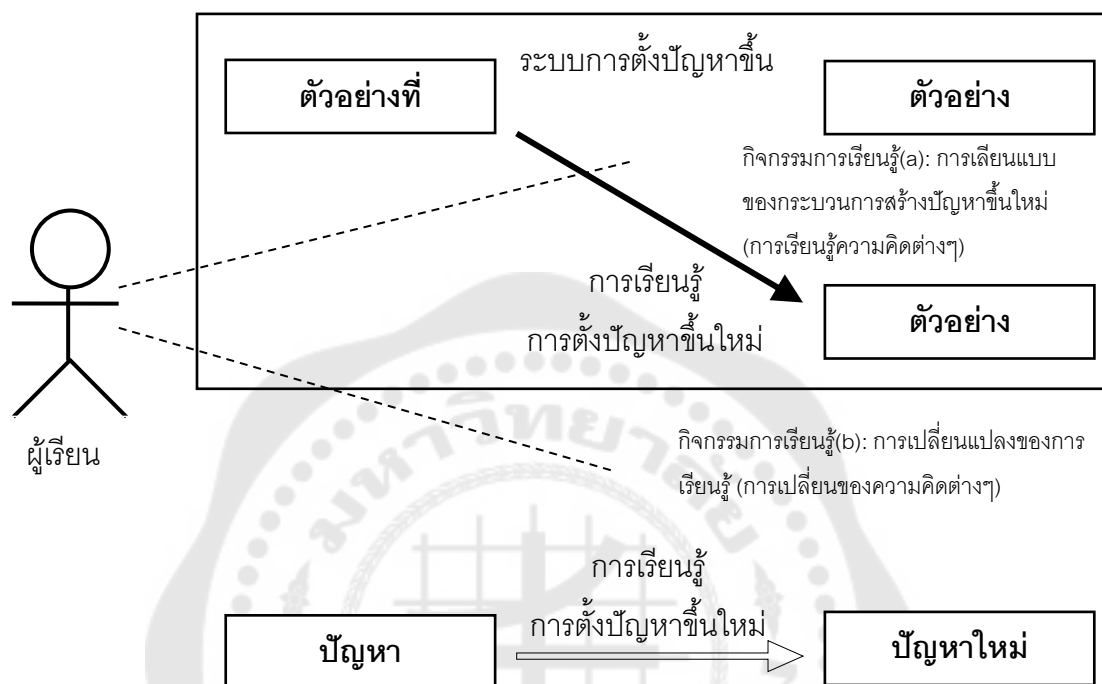
ศุภวรรณ โคตรทาน (2551, น. 6) ให้ความหมายของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าหมายถึง การที่นักเรียนตั้งปัญหาย่อย ๆ จากสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ หรือการเห็นแง่มุมต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป ซึ่งเกิดจาก 2 แง่มุม ได้แก่ การยอมรับ (accepting) หมายถึง การที่นักเรียนนำสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มาก่อน หรือแง่มุมต่าง ๆ จากเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ หรือแง่มุมจากการที่ได้ปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มย่อยมาใช้ในการแก้ปัญหา และการท้าทาย (challenging) หมายถึง การที่นักเรียนเปลี่ยนแปลง เงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้ หรือเปลี่ยนแง่มุมที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จากการที่ได้ปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มย่อย

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการปรับปรุงข้อมูลหรือขยายเงื่อนไขจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้วหรือสร้างขึ้นใหม่จากเรื่องราวหรือข้อมูลที่กำหนดให้

2.2 กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านมองว่าการตั้งปัญหากับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งโพลยา (Polya, 1954) ได้กล่าวว่า ในกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหานั้นการตั้งปัญหานั้นเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญและเป็นส่วนที่แยกออกจากกันไม่ได้จากการแก้ปัญหา สอดคล้องกับแนวคิดของอิงลิช (Lyn D. English & Watson, 2015, p. 242) ที่เสนอความคิดเห็นว่าการแก้ปัญหานั้นมักจะมาคู่กันกับการตั้งปัญหาอยู่เสมอซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งโคจิมา มิวะ และมัทซึอิ (Kojima, Miwa, & Matsui, 2013, pp. 161-190) ได้นำเสนอกรอบแนวคิดของกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดัง

ภาพประกอบ 3 และ 4 เช่นเดียวกับ ซิลเวอร์ (Silver, 1994, pp. 24-29) ได้นำเสนอกรอบแนวคิดในตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Silver's problem-posing model) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



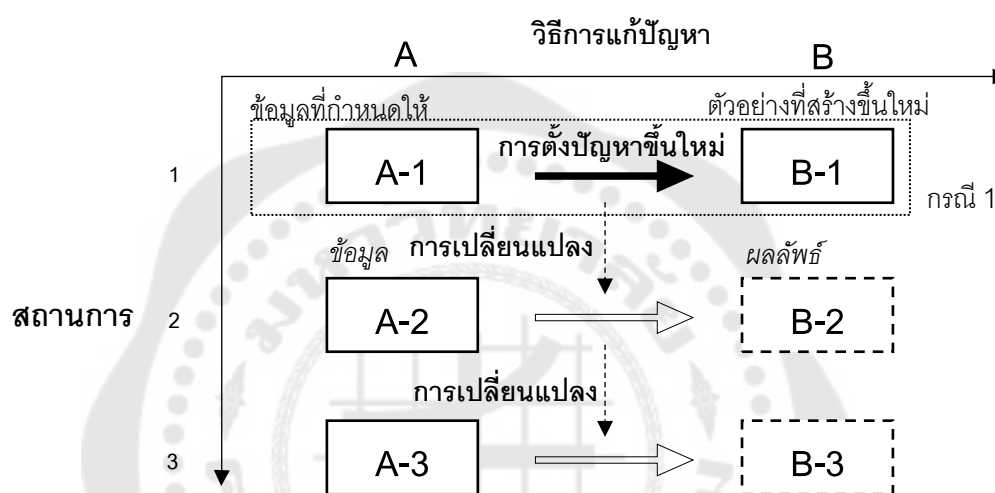
ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดในการเรียนรู้การตั้งปัญหาใหม่โดยการเลียนแบบจากตัวอย่าง

ที่มา: (Kojima et al., 2013, pp. 161-190)

ภาพประกอบ 4 ได้แสดงถึงกรอบแนวคิดในการเรียนรู้การตั้งปัญหาใหม่โดยการเลียนแบบจากตัวอย่าง ในการเรียนรู้ด้วยการตั้งปัญหาด้วยการเลียนแบบจากตัวอย่างผู้เรียนจำเป็นต้องตั้งปัญหาขึ้นใหม่จากตัวอย่างที่กำหนดให้ในครั้งแรก แล้วให้ผู้เรียนนำเสนอปัญหาที่ตั้งขึ้นในแต่ละครั้ง ทำให้เราสามารถอธิบายถึง หลักการตั้งปัญหาขึ้นใหม่จากตัวอย่างที่กำหนดให้ จะถูกบดบังไว้ด้วยตัวอย่างที่สร้างขึ้น ดังนั้นเมื่อผู้เรียนศึกษาตัวอย่างที่สร้างขึ้นจากตัวอย่างที่กำหนดให้แล้วนำเสนอปัญหาจะทำให้พบข้อมูลที่ปรากฏจะแสดงถึงกระบวนการตั้งปัญหาขึ้นตอนการเปลี่ยนแปลง จากตัวอย่างที่กำหนดให้ในตัวอย่างที่สร้างขึ้น (ลูกศรสีดำตัวหนาในภาพประกอบ 4)

ภาพประกอบ 4 (a) แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนดำเนินการตั้งปัญหาขึ้นใหม่ที่มีความสอดคล้องกับตัวอย่างที่กำหนดให้โดยการปรับเปลี่ยนตัวอย่างที่กำหนดให้

ภาพประกอบ 4 (b) แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนจะถ่ายถอดสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านการเลียนแบบตัวอย่างที่กำหนดให้นำไปสู่การตั้งปัญหาขึ้นใหม่ ตัวอย่างเช่นผู้เรียนอาจตั้งปัญหาขึ้นใหม่โดยการปรับเปลี่ยนแนวคิดที่ใช้ในตัวอย่างแล้วเพิ่มขั้นตอน/การดำเนินการในการแก้ปัญหา



ภาพประกอบ 5 กรอบแนวคิดพื้นฐานของการตั้งปัญหาใหม่

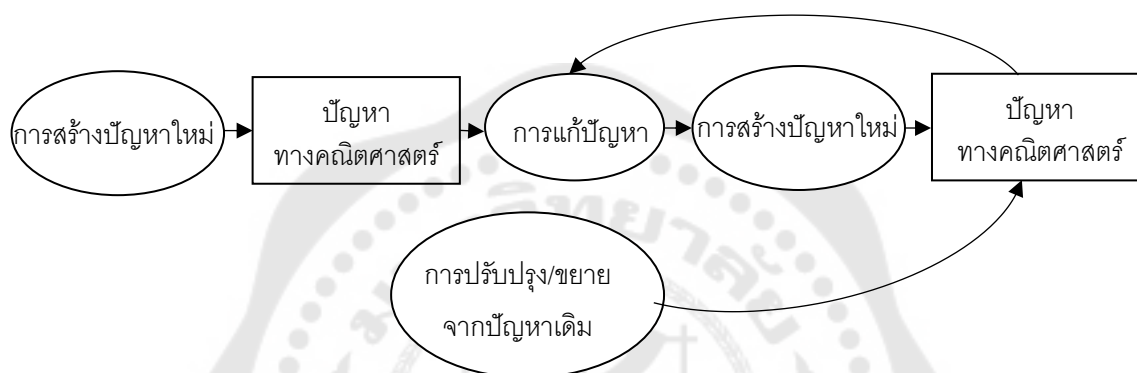
ที่มา: (Kojima et al., 2013, pp. 161-190)

ภาพประกอบ 5 กรอบแนวคิดพื้นฐานของการตั้งปัญหาใหม่แสดงถึงหลักการของการตั้งปัญหาขึ้นใหม่โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาก่อนหน้า ในกรณี 1 เป็นวิธีการและหลักการตั้งปัญหาใหม่ อธิบายได้ว่าเมื่อมีการตั้งปัญหาใหม่จากการแก้ปัญหามาแล้ว ปัญหาที่ตั้งขึ้นใหม่นี้จะเรียกว่าตัวอย่างที่สร้างขึ้นใหม่โดยมีพื้นฐานมาจากข้อมูลที่กำหนดให้ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่ประกอบด้วยข้อมูลจากปัญหาที่เคยแก้มาแล้ว โดยปัญหาใหม่ B-2 และ B-3 ถูกตั้งขึ้นจากสถานการณ์ A-1, A-2, A-3 และ ตัวอย่างปัญหา B-1 ที่สร้างขึ้นมา

จากกรอบแนวคิดของกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโคจิมา มิวะ และมัทซึอิ แสดงให้เห็นถึงหลักการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 2 ส่วนคือ 1) การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการเลียนแบบตัวอย่างปัญหาที่กำหนดโดยการเปลี่ยนข้อมูลหรือเพิ่มข้อมูล

และ 2) การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเพิ่มสถานการณ์ต่าง ๆ และเปลี่ยนแปลงวิธีการแก้ปัญหา

ซิลเวอร์ (Silver, 1994, pp. 24-29) ได้นำเสนอกรอบแนวคิดในตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Silver's problem-posing model) ซึ่งหมายถึง Problem generation คือการสร้างปัญหาใหม่ ๆ จากเรื่องราวหรือข้อมูลที่กำหนดให้ และ Problem reformulation คือการปรับปรุงข้อมูลหรือขยายเงื่อนไขจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 Silver's problem-posing model

ที่มา: (Silver, 1994, pp. 19-28)

จากภาพประกอบ 5 อธิบายได้ว่า ในการตั้งปัญหาใหม่ ๆ อาจเกิดขึ้นได้ก่อนกระบวนการแก้ปัญหาทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริบทหรือสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งการแก้ปัญหาไม่ใช่วัตถุประสงค์หลักของกระบวนการตั้งปัญหา แต่มุ่งเน้นไปที่การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ โดยนักเรียนจะได้รับเรื่องราว ข้อมูลหรือบริบทที่สามารถใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ

นอกจากนี้ปัญหาที่เกิดขึ้นอาจเกิดขึ้นหลังจากแก้ปัญหาที่กำหนดให้ไปแล้วซึ่งคล้ายคลึงกับขั้นตอนที่ 4 ของโพลยา (Polya, 1957, p. 8) ในการตรวจสอบผลหลังจากแก้ปัญหา โดยนักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ใหม่ ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกันสามารถทำได้โดยการขยาย แก้ไขและเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขไปจากเดิม หรือสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความคิดทางคณิตศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจใช้กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) ซึ่งมี 2 ขั้นตอนดังนี้ 1) สร้างสถานการณ์หรือปัญหา

จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และ 2) สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation)

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

โลกมีการเปลี่ยนแปลงในทุก ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี จึงจำเป็นต้องปรับปรุงแนวคิด เนื้อหาสาระ โครงสร้าง และกระบวนการจัดเรียนรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งการเตรียมนักศึกษาคูคณิตศาสตร์ให้พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงของโลก ผู้สอนจึงต้องมีความตื่นตัวและเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้ให้นักศึกษาคูคณิตศาสตร์มีความรู้ในวิชาหลัก(Core Subjects) มีทักษะการเรียนรู้(Learning Skills)และพัฒนาให้นักศึกษาคูคณิตศาสตร์ให้มีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร และทักษะชีวิต ดังนั้นผู้สอนต้องให้นักศึกษาคูคณิตศาสตร์เรียนจากสถานการณ์ในชีวิตจริงและเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีผู้สอน เป็นผู้จุดประกายความสนใจใฝ่รู้ อำนวยความสะดวก และสร้างบรรยากาศ ให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560a, น. 60-61)

3.1 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

มอส์และคณะ (Moses & et al, 1990, pp. 80-91) มีความคิดเห็นสอดคล้องกับเรสและคณะ (Reys & et al, 2004, pp. 122-123) ว่า ในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนสามารถช่วยให้นักเรียนเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยมีหลักการ 4 ข้อดังต่อไปนี้

1) มุ่งความสนใจของนักเรียนไปที่ชนิดของข้อมูลแบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ทั้งนี้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอาจเป็นไปได้ 3 แบบ ได้แก่

- 1.1) ข้อมูลที่ให้นักเรียนโดยตรง (สิ่งที่รู้แล้ว)
- 1.2) ข้อมูลที่มุ่งหมายให้นักเรียนค้นหา (สิ่งที่ยังไม่รู้)
- 1.3) ข้อมูลที่ให้แบบจำกัดที่สัมพันธ์กับคำตอบ

โดยส่งเสริมให้นักเรียนถามคำถาม “จะเกิดอะไรขึ้นถ้า” (What if questions) เช่น จะเกิดอะไรขึ้นถ้านักเรียนเปลี่ยนข้อมูลที่นักเรียนรู้แล้วให้เป็นแบบอื่น ๆ หรือจะเกิดอะไรขึ้นถ้านักเรียนสลับกันระหว่างข้อมูลที่นักเรียนรู้แล้วกับข้อมูลที่ยังไม่รู้ หรือจะเกิดอะไรขึ้นถ้านักเรียนเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ให้มาแบบจำกัด เป็นต้น

2) เริ่มจากหัวข้อเรื่องหรือแนวคิด (Concepts) ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนคุ้นเคย

3) ส่งเสริมให้นักเรียนใช้สิ่งที่คลุมเครือ (สิ่งที่นักเรียนไม่แน่ใจหรือที่ต้องการทราบ) ขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาไปยังการสร้างคำถามหรือปัญหาใหม่

4) สอนความคิดเกี่ยวกับขอบเขต (Domain) ให้กับนักเรียน โดยขอบเขตในที่นี้อาจเป็นขอบเขตของจำนวนที่ปรากฏในปัญหา โดยครูผู้สอนฝึกให้นักเรียนใช้วิธีการขยายหรือจำกัดขอบเขตของปัญหา ยกตัวอย่างเช่น ปัญหา “จงหาผลคูณของจำนวนสามจำนวนที่มีผลลัพธ์เท่ากับ 24” ทั้งนี้ คำตอบมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับพิจารณาขอบเขตของจำนวน เช่น ถ้าขอบเขตเป็นจำนวนนับ หรือเป็นเพียงจำนวนคู่บวก หรือเป็นจำนวนเต็มทั้งหมด (ทั้งจำนวนบวกและลบ) หรือขอบเขตเป็นเศษส่วนหรือทศนิยมก็ได้ เป็นต้น

สุริเยศ สุขแสวง (2548, น. 55-56) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหา ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เริ่มต้น (Getting Started) ครูกล่าวถึงสาระที่จะเรียนในชั่วโมงนี้ โดยกล่าวถึงความสำคัญและเป้าหมายของเรื่องที่จะเรียน และสอบถามผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องที่จะเรียนมาบ้างแล้วหรือไม่อย่างไร ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการเรียนเนื้อหาในวันนี้

ขั้นที่ 2 นำเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะสอน (Posing a Related Problem) ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนในชั่วโมงนี้ต่อผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำเสนอปัญหาด้วย

ขั้นที่ 3 มอบหมายงาน (Generating a Task) ครูมอบหมายงานจาก ปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนเพื่อเรียนรู้โมโนทัศน์ สรุปโมโนทัศน์ และเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ค้นหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ (Finding Mathematics Situations) โดยนักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดค้นหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เรียนในวันนี้ นักเรียนในกลุ่มช่วยกันอภิปรายและแสดงความ คิดเห็นว่าสถานการณ์ที่เพื่อนนักเรียนนำเสนอเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับหัวข้อที่เรียนในวันนี้หรือไม่ อย่างไร

ขั้นที่ 5 สร้างเป็นโจทย์ปัญหา (Generating Problem) สืบเนื่องจาก ขั้นตอนที่ 4 หลังจากนักเรียนได้ช่วยกันค้นหาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องทางคณิตศาสตร์ที่ หลากหลายแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตั้งเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่ เรียนในวันนี้ แล้วนำเสนอปัญหาดังกล่าวเพื่อให้เพื่อนนักเรียนได้ช่วยกันอภิปราย แสดงความ คิดเห็น เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น

ขั้นที่ 6 เริ่มต้นใหม่ (A New Beginning) ครูให้นักเรียนฝึกฝนการตั้ง ปัญหา โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะในการตั้งปัญหาของผู้เรียน

ทรงชัย อักษรคิด (2555, น. 78-79) ได้แนะนำว่ากิจกรรมการตั้งปัญหาที่ดีอีกวิธีหนึ่งคือการให้นักเรียนสร้างปัญหาของตนเอง (ที่ไม่ใช่การปรับเปลี่ยนหรือขยายจากปัญหาที่ได้แก้มาแล้ว) วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ดีหลังจากที่ นักเรียนได้ผ่านประสบการณ์การตั้งปัญหาแบบปรับเปลี่ยนหรือขยายจากปัญหาที่ได้แก้มาแล้ว ขณะที่ครูผู้สอนให้นักเรียนตั้งปัญหาขึ้นมาเองนั้น มีประเด็นที่มีความสำคัญมากสำหรับครู คือ การกำหนดเป้าหมายหรือควบคุมทิศทางการตั้งปัญหาของนักเรียนให้ชัดเจน อีกอย่างหนึ่งคืองานที่ มอบหมายให้นักเรียนทำนี้อาจไม่มีอะไรมากกว่าแบบฝึกหัดที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ขึ้นหนึ่ง (นักเรียนอาจเขียนเรื่องราวประหลาด ๆ ออกมาซึ่งไม่เห็นว่าจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ หรือ ตั้งปัญหาที่เข้าใจได้ว่าไม่มีคำตอบที่เป็นไปได้) ยกตัวอย่างเช่น ครูอาจมอบหมายให้นักเรียนเขียน โจทย์ปัญหาที่สัมพันธ์กับประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือรูปที่กำหนดให้ เช่น ให้เขียนโจทย์ ปัญหาสำหรับ $250 : 5 = 50$ หรือเขียนโจทย์ปัญหาสำหรับ $12 - 8 = 4$ หรือเขียนโจทย์ปัญหาการ คูณสำหรับแผนภาพต้นไม้ (เช่น มีไอศกรีม 3 รส และมีขนมที่จะราดบนหน้าไอศกรีม 4 อย่าง) เป็นต้น

ไพโรจน์ น่วมนุ้ม (2560, น. 195-208) ได้สรุปลักษณะของกิจกรรมการตั้งโจทย์ ปัญหาที่จะสามารถสอดแทรกในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สรุปเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ 1) การตั้งโจทย์ปัญหาก่อนลงมือแก้ปัญหา 2) การตั้งโจทย์ปัญหาระหว่างดำเนินการแก้ปัญหา 3) การตั้งโจทย์ปัญหาหลังดำเนินการแก้ปัญหาแล้ว และสรุปสาระสำคัญดังตาราง 1

ตาราง 1 สรุปลักษณะของกิจกรรมการตั้งโจทย์ปัญหา

กิจกรรมการตั้งโจทย์ปัญหา	ลักษณะกิจกรรม
1. การตั้งโจทย์ปัญหาก่อนดำเนินการแก้ปัญหา	การตั้งปัญหาหรือคำถามจากบริบทที่กำหนด ซึ่งอาจมีการปรับปัญหาหรือคำถามให้มีความเหมาะสมสำหรับนำไปดำเนินการแก้ปัญหาต่อไป บริบทการตั้งปัญหามีดังนี้ 1.1 คำตอบของปัญหา 1.2 วิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหารวมถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ตาราง 1 (ต่อ)

กิจกรรมการตั้งโจทย์ปัญหา	ลักษณะกิจกรรม
	1.3 ตัวแทนหรือตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนภาพ ตาราง กราฟ สมการ 1.4 ข้อมูลหรือสถานการณ์ทั้งที่เป็นคณิตศาสตร์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
2. การตั้งโจทย์ปัญหาระหว่างดำเนินการแก้ปัญหา	จากปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้การตั้งปัญหาหรือคำถามเพื่อกำหนดแผนหรือวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งมี 2 แบบดังนี้ 2.1 ผู้สอนหรือผู้เรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับข้อมูลหรือเงื่อนไขจากปัญหาเพื่อทำความเข้าใจและกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา 2.2 ผู้สอนหรือผู้เรียนตั้งปัญหาย่อยๆ ที่สัมพันธ์กับปัญหาที่กำหนดแล้วใช้แนวทางการแก้ปัญหของปัญหาย่อยในการวางแผนการแก้ปัญหของปัญหาที่กำหนด
3. การตั้งโจทย์ปัญหาหลังดำเนินการแก้ปัญหาแล้ว	หลังจากดำเนินการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้การตั้งปัญหาเพื่อขยายผลการแก้ปัญหาไปสู่ปัญหาอื่นที่หลากหลาย ซึ่งมี 2 แบบดังนี้ 3.1 ผู้เรียนตั้งปัญหาใหม่ซึ่งปัญหาใหม่เกิดการปรับเปลี่ยนข้อมูล หรือเงื่อนไขจากปัญหาเดิมที่กำหนดแล้วคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ โดยเทียบเคียงกับวิธีการแก้ปัญหของปัญหาเดิมที่กำหนด 3.2 ผู้เรียนตั้งปัญหาใหม่ ซึ่งบริบทของปัญหาใหม่แตกต่างจาก ปัญหาเดิมที่กำหนด แต่ใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์เช่น เดียวกับปัญหาเดิมที่กำหนด แล้วอธิบายเหตุผลสนับสนุน

นอกจากนี้ ไพโรจน์ น่วมนุ่ม (2560, น. 195-208) ยังได้เสนอแนวทางการตั้งโจทย์ปัญหาเพื่อพิจารณาการใช้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ซึ่งมีประเด็นที่ควรนำมาพิจารณา 5 ประเด็นดังนี้

1) การกำหนดบริบทของการตั้งโจทย์ปัญหา

ในการออกแบบหรือคัดเลือกบริบทหรือข้อมูลสำหรับการตั้งโจทย์ปัญหา ผู้สอนควรพิจารณาให้สอดคล้องและเหมาะสมกับตัวผู้เรียนและลักษณะของเนื้อหาคณิตศาสตร์ ให้ความหลากหลายทั้งที่เกี่ยวข้องกับบริบทคณิตศาสตร์และในชีวิตประจำวันหรือชีวิตจริง นอกจากนั้นอาจเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดบริบทของการตั้งปัญหาเองตามความสนใจ โดยอาจให้ผู้เรียนหาสถานการณ์หรือข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่กำหนด เช่น หาข้อมูลจากสิ่งต่าง ๆ ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน เช่น จากอินเทอร์เน็ต จากหนังสือพิมพ์ จากวารสาร จากบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ

2) การกำหนดเวลาของการจัดกิจกรรมการตั้งโจทย์ปัญหา

การตั้งโจทย์ปัญหานั้นเหมือนกับการแก้ปัญหาที่ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ ผู้สอนต้องกำหนด เวลาให้เหมาะสมกับลักษณะกิจกรรมการตั้งโจทย์ปัญหาและผู้เรียน ในช่วงแรกการทำกิจกรรมการตั้งปัญหา อาจต้องใช้เวลามากเนื่องจากผู้เรียนต้องใช้เวลาวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์และเขียนคำถามหรือปัญหา แต่เมื่อผู้เรียนเริ่มมีความคุ้นเคยกับการทำกิจกรรมลักษณะนี้ ผู้เรียนจะใช้เวลาในการทำกิจกรรมน้อยลง

3) บทบาทของครูในการสนับสนุนและการช่วยเหลือผู้เรียน

ในช่วงแรกของการใช้แนวทางการตั้งโจทย์ปัญหาผู้เรียนอาจไม่คุ้นเคยและเป็นเรื่องที่ยาก ผู้สอน อาจต้องแนะนำและอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจและเห็นแนวทางของการตั้งโจทย์ปัญหา อาจมีตัวอย่างให้ผู้เรียนดูและเปิดโอกาสให้ซักถามหรืออธิบายเพิ่มเติมจนเมื่อผู้เรียนเริ่มมีความมั่นใจจึงลองให้ตั้งปัญหาใหม่ด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำเป็นรายคู่หรือกลุ่มย่อย

นอกจากนั้นผู้สอนต้องทำให้ผู้เรียนเชื่อว่าการตั้งโจทย์ปัญหานั้นเป็นกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญใกล้เคียงกับการแก้ปัญหาอีกทั้งต้องทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าปัญหาหรือคำถามทางคณิตศาสตร์นั้นอาจจะหาคำตอบไม่ได้ทันทีโดยธรรมชาติผู้เรียนอาจจะไม่กล้าที่จะตั้งคำถามที่ตัวผู้เรียนเองยังไม่รู้คำตอบ ผู้สอนจึงควรเริ่มด้วยการส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็นคำถามโดยไม่มีเงื่อนไขที่จะต้องหาคำตอบของคำถามนั้น

4) การเลือกรูปแบบกิจกรรมการตั้งปัญหาของผู้สอนในช่วงเริ่มต้น

แม้ว่ากิจกรรมการตั้งโจทย์ปัญหาจะไม่ใช่วิธีใหม่ แต่อาจจะไม่คุ้นเคยกับทั้งผู้สอนและผู้เรียนมากนัก ดังนั้นหากสนใจการใช้กิจกรรมการตั้งปัญหาในชั้นเรียนอาจเริ่มจาก

รูปแบบกิจกรรมที่ถนัดและไม่ยากจนเกินไป เช่น การตั้งปัญหาหลังดำเนินการแก้ปัญหาแล้วซึ่งผู้สอนส่วนใหญ่จะคุ้นเคยมากกว่าการตั้งปัญหาแบบรูปอื่น ๆ เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมผ่านไปสักระยะจึงอาจลองปรับใช้กิจกรรมการตั้งปัญหาแบบอื่น ๆ อีกทั้งในครั้งแรก ๆ อาจไม่ประสบความสำเร็จ อาจเกิดปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถตั้งปัญหาได้

5) ลักษณะปัญหาหรือคำถามที่ผู้เรียนตั้งตามบริบทการตั้งปัญหาที่กำหนด

ในกิจกรรมการตั้งโจทย์ปัญหา ผู้เรียนแต่ละคนจะตั้งปัญหาใหม่ตามความรู้ความสามารถและประสบการณ์จากการแก้ปัญหาของแต่ละคนทำให้ปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนตั้งอาจมีความหลากหลายตั้งแต่เป็นปัญหารธรรมดาไปจนถึงปัญหาที่ซับซ้อนรวมถึงอาจเป็นปัญหาที่ไม่มีความหมาย ดังนั้นผู้สอนจึงควรนำปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนแต่ละคนตั้ง มาอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนในประเด็นต่าง ๆ เช่น ปัญหานั้น มีความหมายหรือไม่ ความยากง่ายของปัญหา วิธีการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ เป็นต้น จนในที่สุดจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาที่ต้องการแก้และเรียนรู้แนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในที่สุด นอกจากนั้นผู้สอนอาจใช้คำถามนำเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันปรับเปลี่ยนหรือขยายปัญหาที่ตั้งให้มาความยากง่ายที่เหมาะสมหรือให้เป็นปัญหาที่มีความหมายเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาคต่อไป

3.2 แนวการประเมินผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จนั้น การประเมินผลก็มีส่วนสำคัญในการพัฒนาและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนให้บรรลุเป้าหมายตามที่วางไว้ด้วยการตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียน และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนสอนเป็นระยะ ๆ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีคุณสมบัติหรือเกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตรงตามวัตถุประสงค์ ของการเรียนการสอนตรงตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ในกระบวนการประเมินผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ นี้จะพยายามทำให้ได้ข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์และตัดสินใจและอภิปรายผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดในการประเมินผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

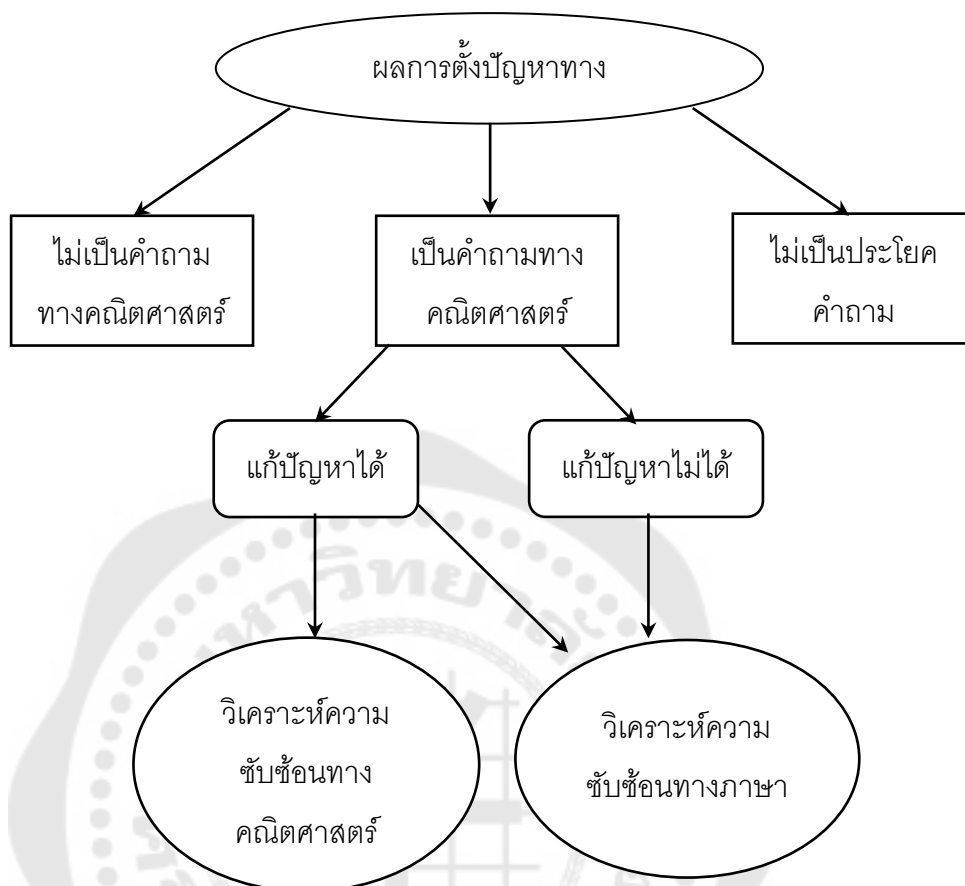
ซิลเวอร์และไช (Silver & Cai, 2005, pp. 129-134) เสนอแนวคิดว่าการตั้งปัญหาถูกนำไปใช้ในห้องเรียนเป็นวิธีการดึงดูดนักเรียนในการเรียนรู้แนวคิดและทักษะที่สำคัญ และเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแก้ปัญหานักเรียน ดังนั้นครูควรใช้กิจกรรมที่สร้างขึ้นอย่าง

สมเหตุสมผล เหมือนเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินเกี่ยวกับแนวคิด ทักษะและความสามารถในการตั้งปัญหา ซึ่งเกณฑ์ในการประเมินการผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีได้หลากหลายวิธีการ เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างส่งผลต่อการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูต้องตัดสินใจว่าจะใช้กิจกรรมหรือชิ้นงานอะไรและจะประเมินการผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร โดยพิจารณาจากเป้าหมายและความคาดหวังของการเรียนการสอน ซึ่งซิลเวอร์และไซ ได้เสนอเกณฑ์ทั่วไปในการประเมินผลไว้ 3 ส่วนคือ 1) ปริมาณของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตั้งขึ้น (quantity) 2) ความคิดริเริ่มของนักเรียนในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (originality) และ 3) ความซับซ้อนของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (complexity) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ปริมาณของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตั้งขึ้น (quantity) คือ จำนวนของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นทั้งหมด ซึ่งอาจจะพิจารณาจากการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันในปัญหาที่ถูกตั้งขึ้น

2. ความคิดริเริ่มของนักเรียนในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (originality) คือ ความแตกต่างของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นต้นแบบในการตั้งปัญหาอื่น ๆ

3. ความซับซ้อนของปัญหาทางคณิตศาสตร์ (complexity) คือการพิจารณาถึงลักษณะของปัญหาที่ถูกตั้งขึ้นในประเด็นที่แตกต่างกันหลายประการ ซึ่งอาจจะพิจารณาถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกตั้งขึ้นว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ ความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ของปัญหา และความซับซ้อนของภาษาที่นำมาใช้ในการตั้งปัญหา ดังภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความซับซ้อนในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความซับซ้อนในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ที่มา: (Silver & Cai, 2005, pp. 126-135)

ลิน และ เลง (Lin & Leng, 2008, p. 280) ได้ให้รายละเอียดสำหรับการวิเคราะห์ความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ (Mathematical complexity) ของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งถูกขึ้นในแต่ละระดับ ดังตาราง 2

ตาราง 2 การวิเคราะห์ความซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ (Mathematical complexity) ในแต่ละระดับ

ความซับซ้อนต่ำ (Low complexity)	ความซับซ้อนปานกลาง (Moderate complexity)	ความซับซ้อนสูง (High complexity)
ในระดับนี้ ผู้แก้ปัญหาจะใช้เพียงความรู้ความจำที่เคยเรียนมาแล้ว ใช้วิธีการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย ปฏิบัติอย่างอัตโนมัติ โดยไม่ใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา	ในระดับนี้ ผู้แก้ปัญหามองหาหลายแนวทางที่หลากหลาย มากกว่าความซับซ้อนต่ำ ใช้วิธีการคิดหลายขั้นตอน ผู้แก้ปัญหาต้องตัดสินใจว่าจะทำอะไร โดยใช้วิธีที่ไม่เป็นทางการในการให้เหตุผลและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	ในระดับนี้ ผู้แก้ปัญหามองหาหลายแนวทางที่ซับซ้อนสูง คือ การให้เหตุผล การวางแผน การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คำตอบของปัญหาเป็นที่ยอมรับ ผู้แก้ปัญหามองหาหลายแนวทางที่เป็นนามธรรม และลุ่มลึกมากยิ่งขึ้น
ลักษณะบางประการของความซับซ้อนต่ำ เช่น 1. ทบทวน ระลึกถึงข้อเท็จจริงหรือสมบัติที่เคยรู้หรือจำได้ 2. คำนวณเกี่ยวกับผลบวก ความจำและเพียงทบทวนเกี่ยวกับ ผลต่าง ผลคูณ หรือผลหาร 3. ใช้วิธีการเฉพาะเจาะจง 4. แก้โจทย์ปัญหาเพียงขั้นตอนเดียว 5. ใช้ข้อมูลจากกราฟ ตาราง หรือรูปภาพ	ลักษณะบางประการของความซับซ้อนปานกลาง เช่น 1. แสดงสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ที่มากกว่าหนึ่งแนวทาง 2. ก่อให้เกิดการตัดสินใจในขั้นตอนของกระบวนการให้ได้มาซึ่งคำตอบ 3. ตีความหมายของสิ่งที่นำเสนอ 4. แก้ปัญหาแบบหลายขั้นตอน 5. ขยายแบบรูป	ลักษณะบางประการของความซับซ้อนสูง เช่น 1. อธิบายถึงวิธีการนำเสนอที่แตกต่างที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 2. ปฏิบัติโดยใช้กระบวนการหลายขั้นตอนและจุดที่ต้องตัดสินใจหลายจุด 3. ขยายไปสู่รูปทั่วไปของแบบรูป 4. แก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี 5. อธิบายและตัดสินใจเลือกแนวทางที่นำไปสู่คำตอบของปัญหาได้

ตาราง 2 (ต่อ)

ความซับซ้อนต่ำ (Low complexity)	ความซับซ้อนปานกลาง (Moderate complexity)	ความซับซ้อนสูง (High complexity)
	6. ใช้ข้อมูลจากกราฟ ตาราง หรือรูปภาพ และใช้สิ่งเหล่านี้ในการแก้ปัญหา 7. ตีความหมายในข้ออธิบาย อย่างง่าย ๆ ไม่สลับซับซ้อน	6. บรรยาย เปรียบเทียบ และบอกข้อแตกต่างของวิธีการต่าง ๆ ที่ทำได้มาซึ่งคำตอบ 7. วิเคราะห์เงื่อนไขต่าง ๆ ที่อยู่ในคำตอบของปัญหา 8. ก่อให้เกิดการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์

ที่มา: (Lin & Leng, 2008, pp. 273-292)

โรซิลและคณะ (Rosil & et al, 2015, p. 352) ได้ให้ rubric ในการตั้งปัญหา (Problem-Posing Task Rubric) โดยพิจารณาใน 4 องค์ประกอบดังนี้

1. โครงสร้างของปัญหา/บริบท (Problem structure/ context)
2. การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding of problem)
3. การแสดงข้อความหรือนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical expression)
4. ความเหมาะสมของรูปแบบในการตั้งปัญหา (Appropriateness problem of posing design) ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การพิจารณาผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโรสลิและคณะ

องค์ประกอบ	ตัวชี้วัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	ไม่เพียงพอ (Unsatisfactory)	เพียงพอเล็กน้อย (Minimal)	เพียงพอ (Satisfactory)	เพียงพอมาก (Extended)
โครงสร้าง ของปัญหา/ บริบท (Problem structure/ context)	เลียนแบบปัญหา เดิมหรือมีการ เปลี่ยนแปลง โครงสร้าง/บริบท ของปัญหาเพียง เล็กน้อย	มีการ เปลี่ยนแปลง โครงสร้าง/ บริบทใน บางส่วนของ ปัญหา พอสมควร หรือ เริ่มมีการ ตัดสินใจ	มีการ เปลี่ยนแปลง หรือการขยาย โครงสร้าง/บริบท หรือเป็นปัญหาที่ มีโครงสร้างและ บริบทที่ดี	มีการ เปลี่ยนแปลง โครงสร้าง/ บริบทที่สำคัญ หรือเป็นปัญหา ที่สมบูรณ์
การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding of problem)	การกำหนดกรอบ แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ไม่ เพียงพอในการ เข้าใจปัญหา	มีการกำหนด กรอบแนวคิด พื้นฐานทาง คณิตศาสตร์ที่ คล้ายคลึงกัน	มีการกำหนด กรอบแนวคิด พื้นฐานทาง คณิตศาสตร์ที่ แตกต่างออกไป	มีการกำหนด กรอบแนวคิด ทาง คณิตศาสตร์ใน ขั้นที่สูงขึ้น
การแสดง ข้อความหรือ นิพจน์ทาง คณิตศาสตร์ (Mathematical expression)	ข้อความของ ปัญหาไม่ชัดเจน คลุมเครือ (ภาษา)	ข้อความของ ปัญหาค่อนข้าง ชัดเจน คลุมเครือ (ภาษา)	ข้อความของ ปัญหาชัดเจน พอสมควร (ภาษา)	ข้อความของ ปัญหาชัดเจน และถูกต้อง (ภาษา)
	การใช้นิพจน์ทาง คณิตศาสตร์ไม่ ถูกต้อง	การใช้นิพจน์ ทาง คณิตศาสตร์ ถูกต้องบางส่วน	การใช้นิพจน์ ทางคณิตศาสตร์ ถูกต้อง พอสมควร	การใช้นิพจน์ ทาง คณิตศาสตร์ อย่างถูกต้อง

ตาราง 3 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ตัวชี้วัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	ไม่เพียงพอ (Unsatisfactory)	เพียงพอเล็กน้อย (Minimal)	เพียงพอ (Satisfactory)	เพียงพอมาก (Extended)
ความเหมาะสม ของรูปแบบในการ ตั้งปัญหา (Appropriateness problem of posing design)	ไม่มีการพิจารณา ว่าสถานการณ์ที่ ตั้งขึ้นเป็นไปได้ (ดำเนินการทาง คณิตศาสตร์ได้) สมเหตุสมผล และน่าสนใจ	สถานการณ์ ที่ตั้งขึ้นค่อนข้าง เป็นไปได้ (ดำเนินการทาง คณิตศาสตร์ได้) ค่อนข้าง สมเหตุสมผล และค่อนข้าง น่าสนใจ	สถานการณ์ ที่ตั้งขึ้นเป็นไปได้ ได้พอสมควร (ดำเนินการทาง คณิตศาสตร์ได้) สมเหตุสมผล พอควรและ น่าสนใจพอควร	สถานการณ์ที่ตั้ง ขึ้นเป็นไปได้ อย่างเหมาะสม (ดำเนินการทาง คณิตศาสตร์ได้) มีความ สมเหตุสมผล และเป็นที่ น่าสนใจ

ที่มา: (Rosil & et al, 2015, pp. 333-352)

แคนคอยและออสเดอร์ (Osman Cankoy & Özder, 2017, pp. 2443-2493) ได้พัฒนาเกณฑ์การพิจารณาผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแคนคอย (O Cankoy, 2014, pp. 219-238) ซึ่งมีการพิจารณาใน 3 ประเด็น คือ 1. ความสามารถในการแก้ปัญหา (Solvability) 2. ความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability) และ 3. โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ของปัญหา (Mathematical Structure) เป็นพิจารณาเพิ่มอีก 2 ประเด็น คือ บริบทของปัญหา (Context) และ 2 ภาษาที่ใช้ในปัญหา (Language) รวมมีเกณฑ์ในการพิจารณาผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด 5 ประเด็น ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 4



ตาราง 4 เกณฑ์การพิจารณาผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของเคนคอยและออสเดอร์

ประเด็นหลัก (Category)	ประเด็นรอง (Sub-Category)	คำอธิบาย (Explanation)	คะแนน
ความสามารถ ในการแก้ปัญหา (Solvability)	ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable)	ข้อมูลที่ให้มาในโจทย์ เพียงพอในการแก้ปัญหา และสามารถหาคำตอบ	1
	ปัญหาที่ไม่สามารถแก้ได้ (Unsolvable)	ข้อมูลที่ให้มาในโจทย์ไม่ เพียงพอในการแก้ปัญหา และไม่สามารถหาคำตอบ	0
ความสมเหตุสมผล (Reasonability)	สมเหตุสมผล (Reasonable)	ข้อมูลที่ให้มาในโจทย์และ คำตอบมีความ สมเหตุสมผลและสามารถ นำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิต จริง	1
	ไม่สมเหตุสมผล (Unreasonable)	ข้อมูลที่ให้มาในโจทย์และ คำตอบไม่มีความ สมเหตุสมผลและไม่ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ ได้ในชีวิตจริง	0
โครงสร้างทาง คณิตศาสตร์ ของปัญหา (Mathematical Structure)	ผลลัพธ์ที่ไม่ทราบค่า (Result unknown model)	มีตัวไม่ทราบค่าของปัญหา ปรากฏอยู่หลังจากการ แก้ปัญหา(เลขคณิต)	0
	เริ่มต้นใช้โมเดล (Start unknown model)	มีตัวไม่ทราบค่าปรากฏอยู่ ขณะเริ่มต้นในการ แก้ปัญหา (พีชคณิต)	1

ตาราง 4 (ต่อ)

ประเด็นหลัก (Category)	ประเด็นรอง (Sub-Category)	คำอธิบาย (Explanation)	คะแนน
บริบทของปัญหา (Context)	บริบทที่คุ้นเคย (Routine)	เนื้อหาสาระที่ถูกนำไปใช้ในปัญหาเป็นรูปแบบที่ครูมักใช้ในห้องเรียนและเป็นโครงสร้างที่เห็นบ่อยๆ ในหนังสือเรียน	1
	บริบทที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine)	เนื้อหาสาระที่ถูกนำไปใช้ในปัญหาเป็นรูปแบบที่แตกต่างออกไปจากในห้องเรียนและเป็นโครงสร้างที่ไม่ซ้ำหรือแทบไม่ปรากฏในหนังสือเรียน	0
ภาษาที่ใช้ในปัญหา (Language)	ความกระจ่าง- ความเข้าใจได้ (Clarity- Understandability)	ภาษาที่ใช้ในปัญหามีความกระจ่าง เข้าใจได้และต่อเนื่อง	1
		ภาษาที่ใช้ในปัญหาไม่มีความกระจ่าง ไม่สามารถเข้าใจได้ และไม่ต่อเนื่อง	0
	การยึดหลักไวยากรณ์ (Obeying grammar rules)	ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารคำถามสื่อปัญหาเป็นไปตามกฎไวยากรณ์อย่างสมบูรณ์	1
		ภาษาที่ใช้ในการสื่อสารคำถามสื่อปัญหาเป็นไปตามกฎไวยากรณ์บางส่วนหรือไม่เป็นไปตามกฎไวยากรณ์เลย	0

ที่มา: (Osman Cankoy & Özder, 2017, pp. 2423-2439)

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้ทำการแบ่งเกณฑ์ในการพิจารณาผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังตาราง 5

ตาราง 5 สรุปเกณฑ์การพิจารณาผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษา

นัก การศึกษา ทาง คณิตศาสตร์	ประเด็นที่พิจารณา				
	ปัญหาที่ สามารถ แก้ได้ (Solvable)	โครงสร้าง หรือ บริบท ของ ปัญหา (Structure Problem/ Context)	ความซับซ้อนทาง คณิตศาสตร์ (Mathematical complexity)		ความ สมเหตุสมผล ของปัญหา (Reasonability)
			ยุทธวิธีทาง คณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies)	ภาษา (Language)	
Silver; & Cai. (2005).	✓	✓	✓	✓	-
Lin; & Leng. (2015)	✓	✓	✓	✓	✓
Rosil; et al. 2015	✓	✓	✓	✓	✓
Cankoy and Özder. 2017	✓	✓	-	-	✓

การสรุปเกณฑ์การพิจารณาผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาที่กล่าวมาในข้างต้นผู้วิจัยพิจารณาใช้เกณฑ์ในการประเมินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดจำนวน 5 เกณฑ์ ประกอบด้วย

1. บริบทของปัญหา (Context)
2. ภาษา (Language)
3. ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable)
4. ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies) และ
5. ความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability)

ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 6

ตาราง 6 เกณฑ์ในการประเมินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
บริบทของปัญหา (Context)	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์ ปัญหาเดิมเพียง เล็กน้อย	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์ ปัญหาเดิมเพียง บางส่วน	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์เป็น บริบทที่แตกต่าง จากบริบทเดิม แต่ไม่ชัดเจน	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์ ปัญหาเป็น บริบทที่แตกต่าง จากเดิมได้ ชัดเจน
ภาษา (Language)	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น วลี	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น ประโยคที่อ่าน แล้วพอสื่อให้ เข้าใจได้เพียง บางส่วน	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น ประโยคที่อ่าน แล้วพอสื่อให้ เข้าใจได้เป็น ส่วนใหญ่	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น ประโยคที่อ่าน แล้วได้ใจความ สมบูรณ์ตาม หลักไวยากรณ์
ปัญหาที่ สามารถแก้ได้ (Solvable)	แสดงขั้นตอน ของการ แก้ปัญหาได้ เพียงเล็กน้อย	แสดงขั้นตอน ของการ แก้ปัญหาได้ เพียงบางส่วน	แสดงขั้นตอน ของการ แก้ปัญหาได้ ครบถ้วนแต่ เขียนอธิบายไม่ ชัดเจน	แสดงขั้นตอน ของการ แก้ปัญหาได้ ครบถ้วนพร้อม ทั้งเขียนอธิบาย ได้ชัดเจน

ตาราง 6 (ต่อ)

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies)	แสดงร่องรอยการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาแต่ไม่สามารถนำไปสู่คำตอบได้	แสดงร่องรอยการเลือกใช้หรือปรับเปลี่ยนยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสมแต่สามารถนำไปสู่คำตอบได้	เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
ความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability)	สถานการณ์หรือผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้เพียงบางส่วน	สถานการณ์หรือผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้	สถานการณ์และผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้เพียงบางส่วน	สถานการณ์และผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้อย่างเหมาะสม

3.3 กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา

ตามที่ได้มีประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติพ.ศ. 2552 เพื่อเป็นเครื่องมือให้สถาบันอุดมศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการศึกษา ให้เป็นไปตามนโยบายในการผลิตบัณฑิตให้มีคุณภาพอย่างเป็นรูปธรรม โดยกำหนดปัจจัยสู่ความสำเร็จที่เป็นวงจรคุณภาพของกรอบมาตรฐานคุณวุฒิประกอบด้วย แนวทางการออกแบบหลักสูตร รายวิชา กระบวนการจัดการเรียนการสอนและการรายงานผลการดำเนินการ เพื่อใช้เป็นข้อมูล ย้อนกลับสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตร และเพื่อให้สถาบันอุดมศึกษามีอิสระและมีหลักในการกำหนดรายละเอียดของการบริหารและจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับบริบทของสถาบันอุดมศึกษา จึงกำหนดเฉพาะเจตนารมณ์ที่ควรคำนึงถึงในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา ไว้ในเอกสาร มคอ. 3 รายละเอียดของรายวิชา (Course Specification) ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการบริหารจัดการของแต่ละรายวิชาเพื่อให้การจัดการเรียนการสอน

สอดคล้องและเป็นไปตามผลการเรียนรู้ที่วางแผนไว้ในรายละเอียดของหลักสูตร ซึ่งแต่ละรายวิชา จะกำหนดไว้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาความรู้ในรายวิชา แนวทางการปลูกฝังผล การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ ตลอดจนคุณลักษณะอื่น ๆ ที่นักศึกษาจะได้รับการพัฒนาให้ประสบ ความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของรายวิชา มีการกำหนดแผนการสอน ระยะเวลาที่ใช้ในการเรียน วิธีการเรียน การสอน การวัดและประเมินผลในรายวิชา ตลอดจนหนังสือหรือสื่อทางวิชาการอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ การทวนสอบผลสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้ของนักศึกษา การประเมินรายวิชา และกระบวนการปรับปรุง

ผู้วิจัยต้องดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับมคอ. 2 รายละเอียดของหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ (5 ปี) หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2558 ซึ่งกำหนดผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผลในหมวดวิชาเฉพาะด้านไว้ 5 ด้าน ประกอบด้วย 1. ด้านคุณธรรม จริยธรรม 2. ด้านความรู้ 3. ด้านทักษะทางปัญญา 4. ด้าน ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และ 5. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 7 ถึง ตาราง 11 ดังนี้

ตาราง 7 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผลในหมวดวิชาเฉพาะด้าน ด้านคุณธรรม จริยธรรม

ผลการเรียนรู้ ด้านคุณธรรม จริยธรรม	กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนา การเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม	กลยุทธ์การประเมินผล การเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม
1. แสดงออกซึ่งพฤติกรรม ด้านคุณธรรม จริยธรรม สำหรับครูสอนคณิตศาสตร์ และจรรยาบรรณวิชาชีพครู มีคุณธรรมที่เสริมสร้าง การพัฒนาที่ยั่งยืน มีความกล้าหาญทาง จริยธรรม	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ หลากหลาย เช่น ให้ผู้เรียน อภิปรายกลุ่ม (Group Discussion) เกี่ยวกับ สถานการณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียน จะต้องเผชิญในการดำรงชีวิต และการประกอบวิชาชีพครู	1. การประเมินตามสภาพ จริง เช่น การสังเกต พฤติกรรม (ภายนอก/ ภายใน) ทั้งรายบุคคล และ รายกลุ่ม การทำแฟ้มสะสม การเรียนรู้ เป็นต้น

ตาราง 7 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ ด้านคุณธรรม จริยธรรม	กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนา การเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม	กลยุทธ์การประเมินผล การเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม
2. เข้าใจตนเอง เข้าใจผู้อื่น เข้าใจโลก มีจิตสาธารณะ เสียสละ และเป็นแบบอย่างที่ดี	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้น ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และสะท้อน พฤติกรรมของตนเองและของ ผู้อื่น ในสถานการณ์เหล่านั้น หรืออภิปรายเกี่ยวกับความ ขัดแย้งทางความคิดหรือ พฤติกรรม หรือกรณีศึกษา (Case Study) เช่น ครูดี ครูเก่ง ครูของแผ่นดิน ฯลฯ เพื่อให้รู้จัก และเข้าใจตนเอง รวมถึงผู้อื่น อย่างชัดเจน	1. การประเมินตามสภาพ จริง เช่น การสังเกต พฤติกรรม (ภายนอก/ ภายใน) ทั้งรายบุคคล และ รายกลุ่ม การทำแฟ้มสะสม การเรียนรู้ เป็นต้น
3. สามารถจัดการและ คิดแก้ปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมสำหรับครูสอน คณิตศาสตร์ จรรยาบรรณ วิชาชีพครูเชิงสัมพัทธ์โดยใช้ ดุลยพินิจทางค่านิยม ความรู้สึกรู้สึกของผู้อื่น และ ประโยชน์ของสังคมส่วนรวม	1. สอนให้มีระเบียบวินัยและ เคารพกติกาของสถาบัน สังคม ประเพณีปฏิบัติตาม จรรยาบรรณวิชาชีพทาง การศึกษา และจรรยาบรรณครู	1. นักศึกษาประเมินตนเอง ก่อนและหลังเรียน 2. อาจารย์ประเมินผล จากการสังเกตพฤติกรรม 3. วัดและประเมินการเข้า ร่วมกิจกรรม

จากตาราง 7 ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเน้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์และสะท้อนพฤติกรรมของตนเองและของผู้อื่น ในสถานการณ์เหล่านั้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพทางการศึกษา และจรรยาบรรณครู

ตาราง 8 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผลในหมวดวิชาเฉพาะด้าน ด้านความรู้

ผลการเรียนรู้ด้านความรู้	กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้	กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้
1. มีความรอบรู้ในด้านความรู้ทั่วไป วิชาชีพครู ความรู้เฉพาะด้านการสอน และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่บูรณาการเข้าด้วยกันอย่างกว้างขวางลึกซึ้ง และเป็นระบบ	1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามโครงสร้างและเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับด้านความรู้ทั่วไป วิชาชีพครู ความรู้เฉพาะด้านการสอนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่บูรณาการเข้าด้วยกัน อย่างกว้างขวางลึกซึ้ง และเป็นระบบ โดยมีการเชื่อมโยงเนื้อหาหรือข้อมูลใหม่กับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เช่น ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูล แลกเปลี่ยนเรียนรู้การประชุม สัมมนา ศึกษาดูงาน แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นต้น	1. การทดสอบ การประเมินชิ้นงาน การทำแฟ้มสะสมงาน การสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ การบันทึกการเรียนรู้ การสะท้อนตนเอง เป็นต้น
2. มีความตระหนักถึงหลักการและทฤษฎีในองค์ความรู้ทางด้านการสอนและคณิตศาสตร์อย่างบูรณาการ ทั้งการบูรณาการข้ามศาสตร์ และการบูรณาการกับโลกแห่งความเป็นจริง	1. มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความรู้เฉพาะด้านในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการข้ามศาสตร์ไปสู่ชุมชน สังคม และโลกแห่งความเป็นจริง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง	1. การทดสอบ การประเมินชิ้นงาน การทำแฟ้มสะสมงาน การสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ การบันทึกการเรียนรู้ การสะท้อนตนเอง เป็นต้น

ตาราง 8 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ด้านความรู้	กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้	กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้
	ในและนอกห้องเรียน ด้วยการเชิญวิทยากร หรือผู้เชี่ยวชาญสาขาต่างๆ มาถ่ายทอดความรู้ และประสบการณ์ในห้องเรียน หรือจัดกิจกรรมการศึกษานอกสถานที่	
3. มีความเข้าใจความก้าวหน้าของความรู้เฉพาะด้านการสอนและคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้งตระหนักถึงความสำคัญองงานวิจัยและการวิจัยในการต่อยอดความรู้	1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวโน้มความรู้เฉพาะด้านการสอนและคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การสัมมนา การฝึกศึกษา กิจกรรมการเรียนรู้จากการปฏิบัติ การจัดกระบวนการเรียนรู้เน้นการวิจัยหรือวิจัยเป็นฐาน (RBL) เป็นต้น	1. การทดสอบ การประเมินชิ้นงาน การทำแฟ้มสะสมงาน การสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ การบันทึกการเรียนรู้ การสะท้อนตนเอง เป็นต้น
4. มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าองค์ความรู้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานวิชาชีพครู คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ	1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า รวมทั้งประยุกต์ใช้องค์ความรู้ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และสร้างองค์ความรู้จากการดำเนินกิจกรรม เช่น	1. การทดสอบ การประเมินชิ้นงาน การทำแฟ้มสะสมงาน การสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ การบันทึกการเรียนรู้ การสะท้อนตนเอง เป็นต้น

ตาราง 8 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ด้านความรู้	กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้	กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้
	สร้างสถานการณ์จำลอง บทบาทสมมติ การวิจัยเป็นฐาน (RBL) การจัดการเรียนรู้แบบสืบ สอบ สังเกตการสอนใน สถานศึกษา และการฝึก ปฏิบัติงาน เป็นต้น	

จากตาราง 8 ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามโครงสร้างและเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับด้านความรู้ทั่วไป วิชาชีพครู ความรู้เฉพาะด้านการสอนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยบูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์ไปสู่ชุมชน สังคม และโลกแห่งความเป็นจริง ด้วยวิธีการที่หลากหลายและส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

ตาราง 9 ผลการเรียนรู้กลยุทธ์การสอนและการประเมินผลในหมวดวิชาเฉพาะด้าน ด้านปัญญา

ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา	กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้	กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้
1. สามารถคิดค้นหาข้อเท็จจริง ทำความเข้าใจ และประเมิน ข้อมูลสารสนเทศและแนวคิด จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อใช้ในการปฏิบัติงาน การ วินิจฉัย แก้ปัญหา และทำการ วิจัยเพื่อพัฒนางาน และ	1. จัดกิจกรรมการเรียนการ สอนให้ผู้เรียนสืบค้นข้อเท็จจริง ข้อมูลสารสนเทศ และแนวคิด จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อใช้ในการปฏิบัติงาน การ วินิจฉัย แก้ปัญหา และทำการ วิจัยเพื่อพัฒนางานและพัฒนา	1. การทดสอบ การประเมินชิ้นงาน การ ทำแฟ้มสะสมงาน การ สังเกตพฤติกรรม การ เรียนรู้ การบันทึกการเรียนรู้ การสะท้อนตนเอง เป็นต้น

ตาราง 9 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ ด้านทักษะทางปัญญา	กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนา การเรียนรู้ด้านความรู้	กลยุทธ์การประเมินผล การเรียนรู้ด้านความรู้
พัฒนาองค์ความรู้ได้ด้วย ตนเอง	องค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	
2. สามารถคิดแก้ปัญหาที่มี ความสลับซับซ้อน เสนอ ทางออก และนำไปสู่การแก้ไข ได้อย่างสร้างสรรค์โดย คำนึงถึงความรู้ทาง ภาคทฤษฎี ประสบการณ์ ภาคปฏิบัติ และผลกระทบ จากการตัดสินใจ	1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาที่มีความ สลับ ซับซ้อน เสนอทางออก และ นำไปสู่การแก้ไขได้อย่าง สร้างสรรค์โดยคำนึงถึงความรู้ ทางภาคทฤษฎี ประสบการณ์ ภาคปฏิบัติ และผลกระทบจาก การตัดสินใจ เช่น การจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) การจัดการเรียนรู้แบบสืบ สอบ ฯลฯ	1. การทดสอบ การประเมินชิ้นงาน การ ทำแฟ้มสะสมงาน การ สังเกตพฤติกรรมการ เรียนรู้ การบันทึกการเรียนรู้ การสะท้อนตนเอง เป็นต้น
3. มีความเป็นผู้นำทาง ปัญญาในการพัฒนางาน อย่างสร้างสรรค์ มีวิสัยทัศน์ และ การพัฒนาศาสตร์ทาง ครุศาสตร์รวมทั้งการพัฒนา ทางวิชาชีพอย่างมีนวัตกรรม	1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเป็นผู้นำทางปัญญาใน การพัฒนางานอย่าง สร้างสรรค์ มีวิสัยทัศน์ และการ พัฒนาศาสตร์ ทางครุศาสตร์ รวมทั้งการพัฒนา ทางวิชาชีพอย่างมีนวัตกรรม เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ นวัตกรรมเป็นฐาน (IBL) การ จัดการเรียนรู้โดยใช้สมรรถนะ เป็นฐาน (CBL) ฯลฯ	1. การทดสอบ การ ประเมินชิ้นงาน การทำ แฟ้มสะสมงาน การสังเกต พฤติกรรมการเรียนรู้ การบันทึกการเรียนรู้ การสะท้อนตนเอง เป็นต้น

จากการตาราง 9 ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) หรือการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เพื่อให้ผู้เรียนสืบค้นข้อเท็จจริง ข้อมูลสารสนเทศ และแนวคิด จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย แล้วคิดแก้ปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน เสนอทางออก และนำไปสู่ การแก้ไขได้อย่างสร้างสรรค์นำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

ตาราง 10 ผลการเรียนรู้กลยุทธ์การสอนและประเมินผลในหมวดวิชาเฉพาะด้าน ด้านทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

ผลการเรียนรู้ด้านทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความรับผิดชอบ	กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนา การเรียนรู้ด้านทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความรับผิดชอบ	กลยุทธ์การประเมินผล การเรียนรู้ด้านทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความรับผิดชอบ
1. มีความไวในการรับรู้ ความรู้สึกของผู้อื่น เข้าใจ ผู้อื่น มีมุมมองเชิงบวก มีวุฒิ ภาวะทางอารมณ์และทาง สังคม	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ ผู้เรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม และทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกัน ตลอดจนการสร้าง มุมมองเชิงบวก และวุฒิภาวะ ทางอารมณ์และสังคม	1. การสังเกตพฤติกรรม การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง บุคคล การสะท้อนตนเอง และกลุ่ม เป็นต้น
2. มีความเอาใจใส่ช่วยเหลือ และเอื้อต่อการแก้ปัญหาใน กลุ่มและระหว่างกลุ่มได้อย่าง สร้างสรรค์	2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ ผู้เรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม และทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ ช่วยเหลือเอาใจใส่และ แก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่มและ ระหว่างกลุ่มได้อย่าง สร้างสรรค์	2. การสังเกตพฤติกรรม การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง บุคคล การทำงานช่วยเหลือ เอาใจใส่และแก้ปัญหาร่วมกัน การสะท้อนตนเองและกลุ่ม เป็นต้น

ตาราง 10 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ด้านทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ	กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนา การเรียนรู้ด้านทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความรับผิดชอบ	กลยุทธ์การประเมินผล การเรียนรู้ด้านทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ
3. มีภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี มีความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้เรียน และมีความรับผิดชอบต่อ ส่วนรวมทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ ผู้เรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม และทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ฝึก ความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี มีความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้เรียน และมีความรับผิดชอบต่อ ส่วนรวมทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม	3. การสังเกตพฤติกรรมความ เป็นผู้นำ ผู้ตาม การมี ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การสะท้อนตนเองและกลุ่ม เป็นต้น

จากตาราง 10 ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มและทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้แก้ปัญหาร่วมกันในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม รวมถึงการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

ตาราง 11 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผลในหมวดวิชาเฉพาะด้าน ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
1. มีความไวในการวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสาร ทั้งที่เป็นตัวเลขเชิงสถิติหรือคณิตศาสตร์ ภาษาพูดและภาษาเขียน อันมีผลให้สามารถเข้าใจองค์ความรู้หรือประเด็นปัญหาได้อย่างรวดเร็ว	1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารทั้งที่เป็นตัวเลขเชิงสถิติหรือคณิตศาสตร์ ภาษาพูดและภาษาเขียน อันมีผลให้สามารถเข้าใจองค์ความรู้หรือประเด็นปัญหาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว	1. การทดสอบภาคปฏิบัติรายบุคคลและกลุ่ม การประเมินชิ้นงาน การประเมินตนเองและกลุ่ม การประเมินแบบมีส่วนร่วม และการสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง และอื่นๆ
2. มีความสามารถในการใช้ดุลยพินิจที่ดีในการประมวลผล แปลความหมาย และเลือกใช้ข้อมูลสารสนเทศ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง	1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ฝึกการใช้ดุลยพินิจที่ดีในการประมวลผล แปลความหมาย และเลือกใช้ข้อมูลสารสนเทศ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง	1. การทดสอบภาคปฏิบัติรายบุคคลและกลุ่ม การประเมินชิ้นงาน การประเมินตนเองและกลุ่ม การประเมินแบบมีส่วนร่วม และการสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง และอื่นๆ

ตาราง 11 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ด้านทักษะ การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ	กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนา การเรียนรู้ด้านทักษะการ วิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	กลยุทธ์การประเมินผล การเรียนรู้ด้านทักษะ การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และ การใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ
3. มีความสามารถในการ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งการพูด การเขียน และ การนำเสนอด้วยรูปแบบที่ เหมาะสมสำหรับบุคคลและ กลุ่มที่มีความแตกต่างกัน	3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนได้ฝึกการสื่อสารอย่างมี ประสิทธิภาพทั้งการพูด การ เขียน และการนำเสนอด้วย รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับบุคคล และกลุ่ม ที่มีความแตกต่างกัน	3. การทดสอบภาคปฏิบัติ รายบุคคลและกลุ่ม การ ประเมินชิ้นงาน การ ประเมินตนเองและกลุ่ม การประเมินแบบมีส่วนร่วม และการสะท้อนการเรียนรู้ ของตนเอง และอื่น ๆ

จากตาราง 11 ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ฝึกวิเคราะห์ข้อมูล
ข่าวสารทั้งที่เป็นตัวเลขเชิงสถิติหรือคณิตศาสตร์ ฝึกการใช้ดุลยพินิจที่ดีในการประมวลผล แปล
ความหมาย และเลือกใช้ข้อมูลสารสนเทศฝึกการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งการพูด การเขียน
และการนำเสนอด้วยรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับบุคคลและกลุ่ม

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยต้องดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
ในระดับอุดมศึกษาให้ครอบคลุม 5 ด้าน คือ 1. ด้านคุณธรรม จริยธรรม 2. ด้านความรู้ 3. ด้าน
ทักษะทางปัญญา 4. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และ 5. ด้าน
ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยที่ผู้สอนควรจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเน้นการบูรณาการความรู้เกี่ยวข้องกับด้านความรู้ทั่วไป ความรู้
เฉพาะด้านการสอนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และการบูรณาการข้ามศาสตร์ไปสู่ชุมชน สังคม
และโลกแห่งความเป็นจริง ส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสร้างองค์
ความรู้ได้ด้วยตนเอง เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) หรือการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบสอบ เพื่อให้ผู้เรียนสืบค้นข้อเท็จจริง ข้อมูลสารสนเทศ และแนวคิดจากแหล่งข้อมูล

หลากหลาย แล้วคิดแก้ปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน เสนอทางออก และนำไปสู่การแก้ไขได้อย่างสร้างสรรค์ นำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้ โดยให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาเป็นรายบุคคลและกลุ่ม ฝึกวิเคราะห์ข้อมูลข่าวสารทั้งที่เป็นตัวเลขเชิงสถิติหรือคณิตศาสตร์ ฝึกการใช้ดุลยพินิจที่ดีในการประมวลผล แปลความหมาย และเลือกใช้ข้อมูลสารสนเทศเพื่อการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งการพูด การเขียน และการนำเสนอด้วยรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับบุคคลและกลุ่ม

3.4 แนวการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอน คณิตศาสตร์

การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำกิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่ากิจกรรมการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากกิจกรรมการเรียนการสอนในระดับใด ดังนั้นผู้วิจัยจำเป็นจะต้องนำกิจกรรมการเรียนการสอนไปหาคุณภาพ เรียกว่า การทดสอบประสิทธิภาพ

3.4.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 7) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพ (Efficiency) ว่าหมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output) และ ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ ว่าหมายถึง การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้น เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบของกิจกรรมให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพสำหรับการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง การนำกิจกรรมไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ 1. การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 2. การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และ 3. การทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะนำออกมาใช้จริง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำกิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2) การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้ว ไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปใช้ต่อไป

3.4.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 8) กล่าวว่า เกณฑ์ (Criterion) เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่าสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง และให้ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ ว่าหมายถึง ระดับประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่กิจกรรมการเรียนการสอนจะพึงพอใจว่า หากกิจกรรมการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว กิจกรรมการเรียนการสอนนั้นก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การปฏิบัติกิจกรรมที่ตามผู้สอนกำหนดไว้เป็นรายบุคคลและรายบุคคล

2) ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอน คาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการปฏิบัติกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 เท่ากับ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เช่น 80/80 มีความหมายว่า เมื่อเรียนจากกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80%

3.4.3 การคำนวณหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 10) ได้มีแนวคิดในการหาประสิทธิภาพ 2 แบบ คือ การหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรและการหาประสิทธิภาพโดยการคำนวณธรรมดา ดังนี้

1) การหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรม

หรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชั้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละ

หน่วย ประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึก ปฏิบัติ หรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณ หาค่า E_1/E_2

2) การหาประสิทธิภาพโดยใช้วิธีการคำนวณธรรมดา

ผู้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนก็สามารถใช้วิธีการคำนวณธรรมดาหาค่า E_1 และ E_2 ได้ดังนี้

E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรมแต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนกระทำได้ โดยการเอาคะแนนจากการทดสอบ หลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อหาค่าร้อยละ

3.4.4 การตีความหมายผลการคำนวณ

หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้แล้ว ผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์โดย ยึดหลักการและแนวทางดังนี้

1) ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ให้ มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ ได้ไม่เกิน 0.05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง = +2.5 นั่นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 และ E_2 ที่ถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

2) หากคะแนน E_1 และ E_2 ห่างกันเกิน 5% แสดงว่า กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียน ไม่สอดคล้องกันเช่น ค่า E_1 มากกว่า E_2 แสดงว่า งานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่าการสอบ หรือ หากค่า E_2 มากกว่าค่า E_1 แสดงว่า การสอบง่ายกว่าหรือไม่สอดคล้องกับงานที่มอบหมายให้ทำจำเป็นที่จะต้องปรับแก้

3) หากกิจกรรมการเรียนการสอนได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดีมีคุณภาพ ค่า E_1 และ E_2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพจะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่า นักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้าย หรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริง ไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทำสอบได้เพราะการเดา

3.4.5 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนขึ้นแล้ว ต้องนำกิจกรรมการเรียนการสอนไปหาประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนต่อไปนี้

1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงาน ที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่เมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้น ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียน และงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วยให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรม ระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนน ของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ย จะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้ จะมีค่าประมาณ 70/70

3) การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100)

เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนการสอนกับผู้เรียน ทั้งชั้น(ปกติให้ใช้กับผู้เรียนจำนวน 30 คน แต่สามารถอนุโลมให้ใช้กับนักเรียนจำนวน 15 คนขึ้นไปได้) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาใน การประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจ หรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึง

เกณฑ์ ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและ แบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ขั้นทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1:100 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่ากิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำ จนกว่าจะถึงเกณฑ์ที่กำหนด หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่ากิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น เช่น ตั้งไว้ 80/80 ก็ให้ ปรับขึ้นเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.1 งานวิจัยในประเทศ

ศุภวรรณ โคตรท่าน (2551) ได้ศึกษาการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิดโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มย่อย มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหาปลายเปิด โดยอาศัยกระบวนการกลุ่มย่อย ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนบ้านชนบท จังหวัดขอนแก่น จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้บริบทในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ มีครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด จำนวน 5 กิจกรรม วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล (protocol analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (analytic description) ตามกรอบการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มย่อยตามแนวคิดของ คอบบ์และไวท์เนก (Cobb & Whitenack, 1996) และวิเคราะห์การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับมาจากแนวคิด ของบาวน์และวอลเทอร์ (Brown & Walter, 2005) ผลการศึกษพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับความคาดหวังจากสมาชิกในกลุ่มว่าเป็นคนเก่งที่สุดในกลุ่ม เป็นผู้ดำเนินการทำกิจกรรม เกิดการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการยอมรับในลักษณะที่เป็น การนำสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มาก่อนและนำแง่มุมต่าง ๆ จากเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ปลายเปิดที่กำหนดให้มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยอาศัยองค์ประกอบของกระบวนการกลุ่มย่อยใน ด้านโอกาสใน การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นสำหรับนักเรียนแต่ละคน และการสร้างความหมายทาง คณิตศาสตร์ที่นักเรียน ให้กับกิจกรรมของตนเอง ของเพื่อนในกลุ่มและงานที่ทำอยู่

2. นักเรียนที่มักจะเป็นผู้ตามในกลุ่ม เกิดการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการยอมรับในลักษณะของการนำแง่มุมต่างๆ จากเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้มาใช้ในการแก้ปัญหาและการทำทหายปัญหาในลักษณะของการที่นักเรียนได้เปลี่ยนแง่มุม ที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากการที่ได้ปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มย่อย โดยอาศัยองค์ประกอบในด้าน การสร้างความหมายทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนให้กับกิจกรรมของตนเอง ของเพื่อนในกลุ่ม และงาน ที่ทำอยู่ และโอกาสในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นสำหรับนักเรียนแต่ละคน

3. นักเรียนที่มีลักษณะชอบคิดชอบค้นหา ชอบความท้าทาย เกิดการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการทำทหายที่เป็นลักษณะของการเปลี่ยนแง่มุมที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จากการที่ได้ปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มย่อย โดยอาศัยองค์ประกอบของกระบวนการกลุ่มย่อยในด้านการจัดระบบความคิดรวบยอดที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้นใหม่

4. นักเรียนที่มีลักษณะเป็นผู้นำในกลุ่มในการทำกิจกรรม มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม เกิดการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการยอมรับที่เป็นลักษณะของการที่ นักเรียนได้นำแง่มุมต่างๆ จากเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่กำหนดให้และนำสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มาก่อนมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยอาศัยองค์ประกอบของกระบวนการกลุ่มย่อยในด้านโอกาสในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นสำหรับนักเรียนแต่ละคน และการสร้างความหมายทางคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนให้กับกิจกรรมของตนเอง กิจกรรมของเพื่อนและงานที่ทำอยู่

ทรงชัย อักษรคิด (2553a)ได้ทำการพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการ แก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู และศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบจากการนำรูปแบบไปทดลองใช้กับนักศึกษาครูในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เสริมสร้างความสามารถทางการสอนการ แก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักศึกษาครูได้ โดย

1) นักศึกษา 9 คน จาก 12 คน ผ่านเกณฑ์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (อยู่ในระดับยอดเยี่ยม 1 คน และระดับมาก 8 คน)

2) นักศึกษา 7 คน จาก 12 คน ผ่านเกณฑ์ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ทั้งเจ็ดคนอยู่ในระดับมาก)

3) นักศึกษาทั้งสี่คนผ่านเกณฑ์ความสามารถในการวางแผนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (อยู่ในระดับยอดเยี่ยม)

4) นักศึกษา 3 คน จาก 4 คน ผ่านเกณฑ์ความสามารถในการปฏิบัติการสอนการแก้ปัญหา และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (อยู่ในระดับยอดเยี่ยม 1 คน และระดับมาก 2 คน ทั้งนี้ นักศึกษา ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คนนั้น พบว่า โดยภาพรวมมีความสามารถอยู่ในระดับมาก แต่มีบางตัวชี้วัดที่ไม่ ผ่านเกณฑ์)

วรรณพร เลิศอวาส (2554) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเรื่องจำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งผลการศึกษาพฤติกรรมด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น เรื่อง จำนวน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้นนักเรียนสามารถ (1) คิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด (2) คิดหาผลเฉลยได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกัน (3) คิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด และ (4) คิดแล้วเลือกเกณฑ์ในการจัดกลุ่มของผลเฉลย กล่าวคือเมื่อนักเรียนลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่องที่นักเรียนต้องคิดหาผลเฉลยจำนวนมากภายในเวลาที่กำหนดนักเรียนสามารถลดขั้นตอนบางขั้นตอนออกไปทำให้มีขั้นตอนในการคิดหาผลเฉลยที่กระชับขึ้น ส่งผลให้นักเรียนคิดหาผลเฉลยได้จำนวนมากขึ้นภายในเวลาที่กำหนดซึ่งผลเฉลยเหล่านั้นเป็นผลเฉลยที่มีรูปแบบแตกต่างกัน ต่อมาเมื่อลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่นที่นักเรียนต้องคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดนักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกผลเฉลยหรือกลุ่มของ ผลเฉลยที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องและมีเกณฑ์การจัดกลุ่มของผลเฉลยที่เขียนอธิบายได้ชัดเจน ทำให้ไม่มีผลเฉลยใดอยู่มากกว่าหนึ่งกลุ่ม

2. เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถ (1) ตั้งสถานการณ์ได้จำนวนมากในเวลาที่กำหนด (2) ตั้งสถานการณ์ได้หลายโครงสร้างที่แตกต่างกัน และ (3) คิดแล้วเลือกสถานการณ์หรือกลุ่มของสถานการณ์ที่สอดคล้องกับ

สถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด กล่าวคือเมื่อนักเรียนลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดคล่องที่นักเรียนต้องตั้งสถานการณ์จำนวนมากภายในเวลาที่กำหนด นักเรียนสามารถตั้งสถานการณ์ที่มีโครงสร้างแตกต่างกันได้ และให้เวลากับการเขียนอธิบายสถานการณ์มากขึ้นส่งผลให้สามารถเขียนอธิบายสถานการณ์ได้ชัดเจนต่อมาเมื่อลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในช่วงกิจกรรมพัฒนาความคิดยืดหยุ่นที่นักเรียนต้องคิดแล้วเลือกสถานการณ์หรือกลุ่มของสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด นักเรียนสามารถคิดแล้วเลือกสถานการณ์หรือกลุ่มของสถานการณ์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดได้

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

โรซิลและคณะ (Rosil & et al, 2015, pp. 333-352) ได้ทำการศึกษาการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 51 คน โดยจัดกลุ่มนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูออกเป็น 2 กลุ่ม จากการสุ่มอย่างง่าย แล้วให้นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูกลุ่มแรกตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นใหม่หลังจากแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้และให้นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูกลุ่มที่สองตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นใหม่จากข้อมูลที่กำหนดให้ก่อนแล้วจึงแก้ปัญหานั้น ผู้วิจัยได้จัดสร้างรูปชี้ขึ้นมาประเมินการผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นเพื่อตรวจสอบความเข้าใจจากผลการปฏิบัติกิจกรรมของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในกลุ่มแรกสามารถแก้ปัญหาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเชี่ยวชาญ แต่ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูไม่สามารถเปลี่ยนตัวเลขให้อยู่ในรูปแบบพีชคณิตได้ ส่วนนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูกลุ่มที่สองสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบพื้นฐานได้อย่างสมเหตุสมผลและสามารถตัดสินใจเลือกเงื่อนไขที่สำคัญมาใช้ในการแก้ปัญหาเมื่อตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา ดังนั้นอาจารย์หรือนักการศึกษาควรจัดประสบการณ์ในการเรียนการสอนที่สำคัญคือกิจกรรมการแก้ปัญหาและกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้นักศึกษาครูก่อนออกไปปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา

กรุนไมเออร์ (Grundmeier, 2015, pp. 411-431) ได้ทำศึกษาและพัฒนาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิยามการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึงการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นใหม่จากเรื่องราวหรือข้อมูลที่กำหนดให้และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นใหม่จากการปรับปรุงข้อมูลหรือขยายเงื่อนไขจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว โดยใช้เนื้อหาใน

การทดลองเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ดิสครีต และความคิดริเริ่มเกี่ยวกับพีชคณิต ผลจากการจากการวิจัยปรากฏดังนี้

กรณีที่ 1 ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นใหม่จากการปรับปรุงข้อมูลหรือขยายเงื่อนไขจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้วจะมีความซับซ้อนมากขึ้น

กรณีที่ 2 ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นใหม่จากเรื่องราวหรือข้อมูลที่กำหนดให้ด้วยเวลาที่จำกัด จะมีแนวโน้มเปลี่ยนไปเป็นปัญหาที่มีหลายขั้นตอนในการหาคำตอบ

โฮสเปโซวาและติช่า (Hospesová & Tichá, 2015, pp. 433-447) ได้ทำการวิจัยเพื่อนำเสนอข้อมูลจากการฝึกอบรมครูในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงคุณภาพในการสำรวจข้อมูลและการสะท้อนผลการดำเนินการอบรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูและครูประจำการ ในการวิเคราะห์การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์และการสะท้อนผลของผู้เข้าร่วมการอบรม ประกอบไปด้วยการตอบคำถามต่อไปนี้ (1) มีข้อบกพร่องใดบ้างที่เกิดขึ้นในปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง (2) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในความเข้าใจของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูและครูประจำการเป็นอย่างไร และ (3) ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูและครูประจำการสร้างขึ้นกับกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นอย่างไร ผลปรากฏว่า

1. ในปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งขึ้นยังอยู่ในระดับเริ่มต้นมีความผิดพลาดเนื่องจากนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูและครูประจำการไม่มีความเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับเศษส่วนอย่างแท้จริง

2. นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูและครูประจำการมีความเห็นว่าการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญเพราะจะช่วยให้เข้าใจถึงโครงสร้างของคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้แก้ปัญหานั้นแล้ว แต่ก็เป็นที่ยากที่จะตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ตรงกับเงื่อนไขหรือข้อมูลที่กำหนดให้ได้

3. ผลปรากฏว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นมีความแตกต่างจากกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแต่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจนและไม่ตระหนักถึงข้อมูลหรือเงื่อนไขที่ว่าเพียงพอหรือไม่ ทำให้เข้าใจความหมายของปัญหาที่ตั้งขึ้นผิดไป รวมไปถึงไม่ได้คำนึงว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นสามารถเกิดขึ้นได้จริงหรือไม่

อิงลิช (Lyn D English, 1997a, pp. 183-217) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการตั้งปัญหาของ นักเรียนเกรด 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาว่าความรู้สึกเชิงจำนวนและทักษะการ

แก้ปัญหาก็แปลกใหม่ของนักเรียนส่งผลต่อความสามารถในการตั้งปัญหาทั้งปัญหาที่คุ้นเคยและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย โดยอาศัยองค์ประกอบของกรอบแนวคิดที่ใช้ในการพัฒนาการตั้งปัญหา 3 ประการ ดังนี้

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจโครงสร้างของปัญหา 2. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจประเภทของปัญหา 3. เพื่อพัฒนาความคิดที่หลากหลายทางคณิตศาสตร์ ก่อนนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมได้ผ่านการคัดเลือก จำนวน 27 คน เพื่อสัมภาษณ์ก่อนและ หลังการพัฒนาการตั้งปัญหา โดยมีนักเรียนที่ได้รับการพัฒนาการตั้งปัญหาจำนวน 17 คน โดยแบ่ง นักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ นักเรียนที่มีความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวนสูงแต่ด้านการแก้ปัญหาลด นักเรียนที่มีความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวนต่ำแต่ด้านการแก้ปัญหาลด และนักเรียนที่มีความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวนและด้านการแก้ปัญหาลด ผลจากการสัมภาษณ์ก่อนและหลังการพัฒนาการตั้งปัญหา และจากร่องรอยงานเขียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการในการตั้งปัญหาดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการพัฒนาการตั้งปัญหา นอกจากนี้ความรู้สึกเชิงจำนวนและทักษะการแก้ปัญหาก็แปลกใหม่ของนักเรียนส่งผลต่อความสามารถในการตั้งปัญหา โดยนักเรียนที่มีความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวนสูงมักจะตั้งปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถด้านความรู้สึกเชิงจำนวนต่ำ

นิโคลา และ ฟิลลิปพู (Nicolaou & Philippou, 2007, p. 48) ได้ศึกษาความเชื่อที่รู้สึกว่าทำได้ด้วยตนเองในการตั้งโจทย์ปัญหา และความก้าวหน้าทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 5 และ 6 จำนวน 176 คน และข้อมูลจากการสัมภาษณ์จากนักเรียน 6 คน ที่คัดเลือกบนหลักเกณฑ์จากการวิเคราะห์แบบกลุ่มตามลำดับ (hierarchical cluster analysis) ความสำเร็จที่รับรู้ได้ของนักเรียนใน การสร้างโจทย์ปัญหา ได้รับการวิเคราะห์ว่าเป็นดัชนีสำคัญของความสามารถสำหรับแต่ละคน เช่นเดียวกับความก้าวหน้าโดยทั่วไปทางคณิตศาสตร์ มีการค้นพบสหสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่าง ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาและความสามารถโดยทั่วไปทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสร้างโจทย์ได้หลากหลายรูปแบบและมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ขึ้นอยู่กับใบงานแบบที่เป็นกันเอง (informal tasks) มากกว่าใบงานแบบที่เป็นทางการ (formal tasks) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในเรื่องความสามารถในการตั้งโจทย์ระหว่างนักเรียนเกรด 5 กับเกรด 6 ผลการวิเคราะห์ให้การสนับสนุนงานวิจัยที่ว่าดัชนีความเชื่อในความสำเร็จของเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง มีความเกี่ยวพันในเรื่องเทคนิคที่ส่งเสริมความเชื่อในความสำเร็จและความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาของนักเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ และพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วศึกษาความสามารถและพฤติกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลที่ได้รวบรวมจากการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพการวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงปริมาณใช้สำหรับการประเมินความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้ในการประเมินพฤติกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 สํารวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

- 1.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 1.2 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดเพื่อสำรวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอน
- 1.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
- 1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย

- 2.1 การกำหนดกลุ่มทดลองนำร่อง
- 2.2 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต
- 2.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
- 2.4 การหาประสิทธิภาพของของกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือวิจัย

ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

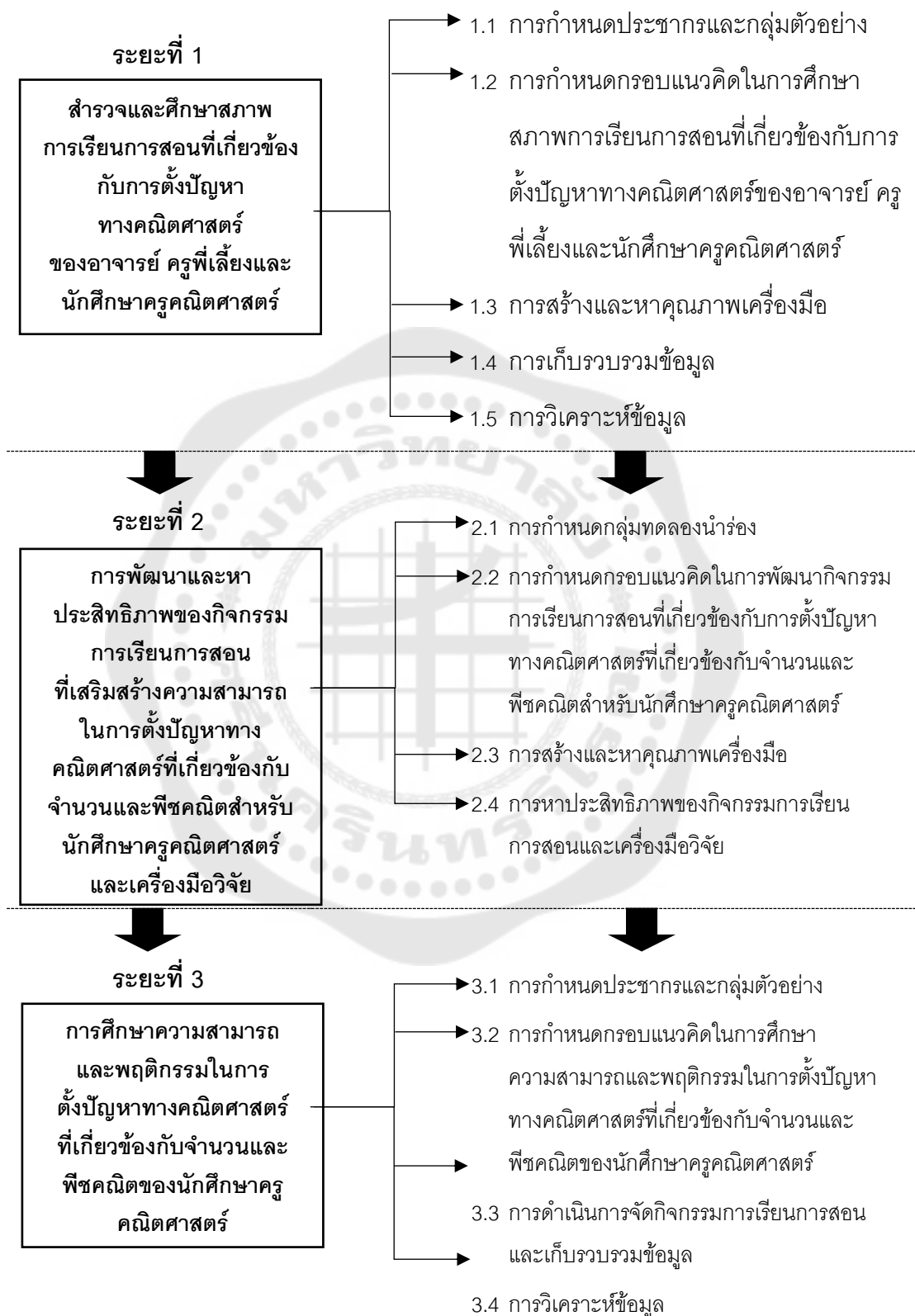
- 3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 การกำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์
- 3.3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยการดำเนินการใน 3 ระยะดังกล่าวสามารถแสดงความสัมพันธ์และรายละเอียดของขั้นตอนการวิจัย ดังภาพประกอบต่อไปนี้



ระยะในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย



ภาพประกอบ 8 ระยะและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 สํารวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

การสำรวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย อาจารย์ ครูพี่เลี้ยง นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งต่อไปจะขอเรียกว่านักศึกษาครูคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

1.1.1 อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 5 คน โดยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ใน 2 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์และ (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์

1.1.2 ครูพี่เลี้ยงของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 10 คน โดยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของครูพี่เลี้ยงใน 2 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยงและ (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง

1.1.3 นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 45 คน โดยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาครูใน 3 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูและ (3) ด้านความสามารถในการตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

1.2 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดเพื่อสำรวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดเพื่อสำรวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.2.1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานได้ทำการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เอกสารที่เป็นบทความ หนังสือตำรา รายงานการวิจัย และ เอกสารเผยแพร่ต่าง ๆ ในประเด็นต่อไปนี้เป็นแนวคิดทั่วไปของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2.2 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

วัตถุประสงค์ของการดำเนินการในขั้นตอนนี้ คือ เพื่อสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1.2.2.1 การเก็บข้อมูลภาคสนามจากอาจารย์

ในการเก็บข้อมูลภาคสนามจากอาจารย์ กลุ่มเป้าหมายเป็นอาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี มีประสบการณ์ในการสอน การนิเทศ ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 5 คน เพื่อสอบถามเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ใน 2 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์และ (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์

1.2.2.2 ครูพี่เลี้ยง

ในการเก็บข้อมูลภาคสนามจากครูพี่เลี้ยง กลุ่มเป้าหมายเป็นครูพี่เลี้ยงของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ซึ่งมีหน้าที่แนะนำการปฏิบัติตน การปฏิบัติงานด้านต่าง ๆ คอยให้คำปรึกษาในการเตรียมการจัดการเรียนรู้ และสังเกตการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ในสถานศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 10 คน เพื่อสอบถามเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนของครูพี่เลี้ยงใน 2 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง

1.2.2.3 นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5

ในการเก็บข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ที่กำลังปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ซึ่งนักศึกษาได้เรียนรู้การปฏิบัติงานด้านต่าง ๆ จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ซึ่งได้ปฏิบัติงานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 45 คน เพื่อสอบถามเกี่ยวกับ

สภาพการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ใน 3 ด้าน ประกอบด้วย

- (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู
- (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และ
- (3) ด้านความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

1.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 1) การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากอาจารย์ 2) การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากครูพี่เลี้ยง และ 3) การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากอาจารย์

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากอาจารย์ประกอบด้วย

- 1) แบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ เป็นแบบสอบถามที่ดัดแปลงมาจากรุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn, 2005, pp. 127-130) เพื่อสำรวจและตรวจสอบความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์หลักสูตรสาขาวิชาคณิตศาสตร์ โดยแบบสอบถามความเชื่อแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (2) ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (3) ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนแบบประมาณค่า (rating scale) 4 ระดับ ซึ่งแต่ละข้อสามารถเลือกแสดงความเชื่อได้ 4 ลักษณะ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ถ้าความเชื่อ นั้นเป็นความเชื่อทางบวก และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ถ้าความเชื่อ นั้นเป็นความเชื่อทางลบ สำหรับเกณฑ์การแปลผลดัดแปลงมาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก: 193) โดยกำหนดคะแนนความเชื่อ ดังนี้

ถ้ามีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 3.50–4.00 เป็นระดับมากที่สุด

ถ้ามีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 2.50–3.49 เป็นระดับมาก

ถ้ามีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 1.50–2.49 เป็นระดับน้อย

ถ้ามีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 1.00–1.49 เป็นระดับน้อยที่สุด หรือไม่เชื่อเลย

2) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของอาจารย์เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับแนวการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ โดยแบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้ ด้านความรู้เกี่ยวกับตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีจำนวน 10 ข้อ ซึ่งประเด็นการสัมภาษณ์เปิดโอกาสให้อาจารย์แสดงแนวคิดในการตอบคำถามอย่างอิสระ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากอาจารย์ ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มีข้อความจำนวน 36 ข้อ และแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ มีข้อความจำนวน 15 ข้อ แล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านการพิจารณาแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ หลังจากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้ได้แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ตามที่กำหนด

1.3.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากครูพี่เลี้ยง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากครูพี่เลี้ยง ประกอบด้วย

1) แบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง เป็นแบบสอบถามที่ดัดแปลงมาจากรุ่งฟ้า จันทจุฑารุณ (Rungfa Janjaruporn, 2005, pp. 127-130) สำรวจและตรวจสอบความเชื่อที่เกี่ยวกับความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง โดยแบบสอบถามความเชื่อแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (2) ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (3) ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนแบบประมาณค่า (rating scale) 4 ระดับ ซึ่งแต่ละข้อสามารถเลือกแสดงความเชื่อได้ 4 ลักษณะ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ถ้าความเชื่อ นั้นเป็นความเชื่อทางบวก และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ถ้าความเชื่อ นั้นเป็นความเชื่อทางลบ สำหรับเกณฑ์การแปลผลดัดแปลงมาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก: 193) โดยกำหนดคะแนนความเชื่อ ดังนี้

ถ้ามีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 3.50–4.00 เป็นระดับมากที่สุด

ถ้ามีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 2.50–3.49 เป็นระดับมาก

ถ้ามีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 1.50–2.49 เป็นระดับน้อย

ถ้ามีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 1.00–1.49 เป็นระดับน้อยที่สุด หรือไม่เชื่อเลย

2) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยงเป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง โดยแบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้ ด้านความรู้เกี่ยวกับตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านสภาพการเรียนรู้การสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีจำนวน 10 ข้อ ซึ่งประเด็นการสัมภาษณ์เปิดโอกาสให้ครูพี่เลี้ยงแสดงแนวคิดในการตอบคำถามอย่างอิสระ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากครูพี่เลี้ยง ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีข้อความจำนวน 36 ข้อ และแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง มีข้อความจำนวน 15 ข้อ แล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านการพิจารณาแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ หลังจากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้ได้แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ตามที่กำหนด

1.3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครู

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครู ประกอบด้วย

1) แบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 เป็นแบบสอบถามที่ดัดแปลงมาจากรุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn, 2005, pp. 127-130) เพื่อสำรวจและตรวจสอบความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 โดยแบบสอบถามความเชื่อแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (2) ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (3) ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบสอบถามฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนแบบประมาณค่า (rating scale) 4 ระดับ ซึ่งแต่ละข้อสามารถเลือกแสดงความเชื่อได้ 4 ลักษณะ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับแนวการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 โดยแบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 2) ด้านสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีจำนวน 10 ข้อ ซึ่งประเด็นการสัมภาษณ์เปิดโอกาสให้นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 แสดงแนวคิดในการตอบคำถามอย่างอิสระ

3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสำรวจและตรวจสอบความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีข้อคำถามจำนวน 36 ข้อ แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 มีข้อความจำนวน 15 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์จำนวน 4 ข้อ แล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขเมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านการพิจารณาแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ หลังจากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ตั้งแต่ 0.5

ขึ้นไป เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้ได้แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ตามที่กำหนด

1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 1) การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากอาจารย์ 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากครูพี่เลี้ยง และ 3) การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครู ดังนี้

1.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากอาจารย์

- 1) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับอาจารย์ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
- 2) สัมภาษณ์ครูอาจารย์ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากครูพี่เลี้ยง

- 1) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับครูพี่เลี้ยงที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
- 2) สัมภาษณ์ครูพี่เลี้ยงที่เป็นกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

- 1) ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
- 2) สัมภาษณ์นักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3) ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 1) การวิเคราะห์ข้อมูล

ภาคสนามจากอาจารย์ 2) การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามจากครูพี่เลี้ยง และ 3) การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามจากอาจารย์

1) นำแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาของอาจารย์มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2) นำผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามจากครูพี่เลี้ยง

1) นำแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาของครูพี่เลี้ยงมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2) นำผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยงมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

1) นำแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์และนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2) นำผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย

ในระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 กลุ่มเป้าหมายสำหรับกลุ่มทดลองนำร่อง

กลุ่มเป้าหมายสำหรับกลุ่มทดลองนำร่องในการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 5 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จำนวน 21 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยเลือกแบบเจาะจง และใช้เวลาในช่วงนอกเวลาเรียนปกติ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับสูง ปานกลาง และต่ำ โดยผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบ่งออกเป็น 3 ครั้ง ดังนี้

2.1 การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยของสถานการณ์ปัญหาและข้อคำถาม ของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ใช้ นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 1 คน

2.2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ใช้ นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน และเป็นนักศึกษาที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มรายบุคคล

2.3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ใช้ นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ จำนวน 12 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มรายบุคคลและกลุ่มย่อย

2.2 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการศึกษาสภาพการเรียนรู้การสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยง และนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 กระบวนการตั้งปัญหาของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) และแนวทางการวัดผล ประเมินผลมากำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้การสอน สรุปได้ดังนี้

2.2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

การตั้งปัญหากับการแก้ปัญหาคือกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพราะการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแง่มุมหนึ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้ปัญหาในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ของผู้เรียน และกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ช่วยเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์ และเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถที่จะเกิดขึ้นทั้งก่อน ระหว่าง หรือหลังจากการแก้ปัญหาก็ได้

2.2.2 ความหมายของการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ โดยดัดแปลงจากกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) มี 2 ขั้นตอนดังนี้

- 1) สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation)
- 2) สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation)

ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problems) ซึ่งเป็นปัญหาที่นักศึกษาไม่คุ้นเคยกับโครงสร้างและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา มักไม่ค่อยพบในหนังสือเรียนและเป็นปัญหาการประยุกต์หรือปัญหาสถานการณ์ (applied problems or situation problems) ที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง (real life problems) มาใช้ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหา

2.2.3 แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 16 แผน แบ่งเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลองการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) จำนวน 6 แผน สลับกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) จำนวน 6 แผน และระยะเวลาในการทดสอบหลังเรียน 4 แผน แผนละ 180 นาที ซึ่งผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอนและแบ่งกิจกรรมการ

เรียนออกเป็นออกเป็น 3 ช่วง โดยในแต่ละช่วงมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบเดียวกัน มีรายละเอียดดังนี้

ช่วงที่ 1 (คาบเรียน 1-5) ช่วงที่ 2 (คาบเรียน 6-10) ช่วงที่ 3 (คาบเรียน 11-15) และการทดสอบความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (คาบเรียน 16) ในคาบเรียนที่ 1 เป็นการแนะนำกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ **ผ่านกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model)** โดยใช้ปัญหาการประยุกต์หรือปัญหาสถานการณ์ (applied problems or situation problems) ที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง (real life problems) แล้วให้นักศึกษาลงมือสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) สลับกันไปในแต่ละคาบ คือ ใน**คาบที่ 1, 3, 7, 9, 11 และ 13** จะเป็นการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) ส่วนใน**คาบที่ 2, 4, 6, 8, 12 และ 14** จะเป็นการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation)

ส่วน**คาบที่ 5, 10, 15 และ 16** จะเป็นการตรวจสอบความสามารถของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคลในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) โดยพิจารณา 1. บริบทของปัญหา (Context) 2. ภาษา (Language) 3. ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable) 4. ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies) และ 5. ความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability)

โดยมีรายละเอียดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครู ดังตาราง 12 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 12 กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ในแต่ละคาบเรียน

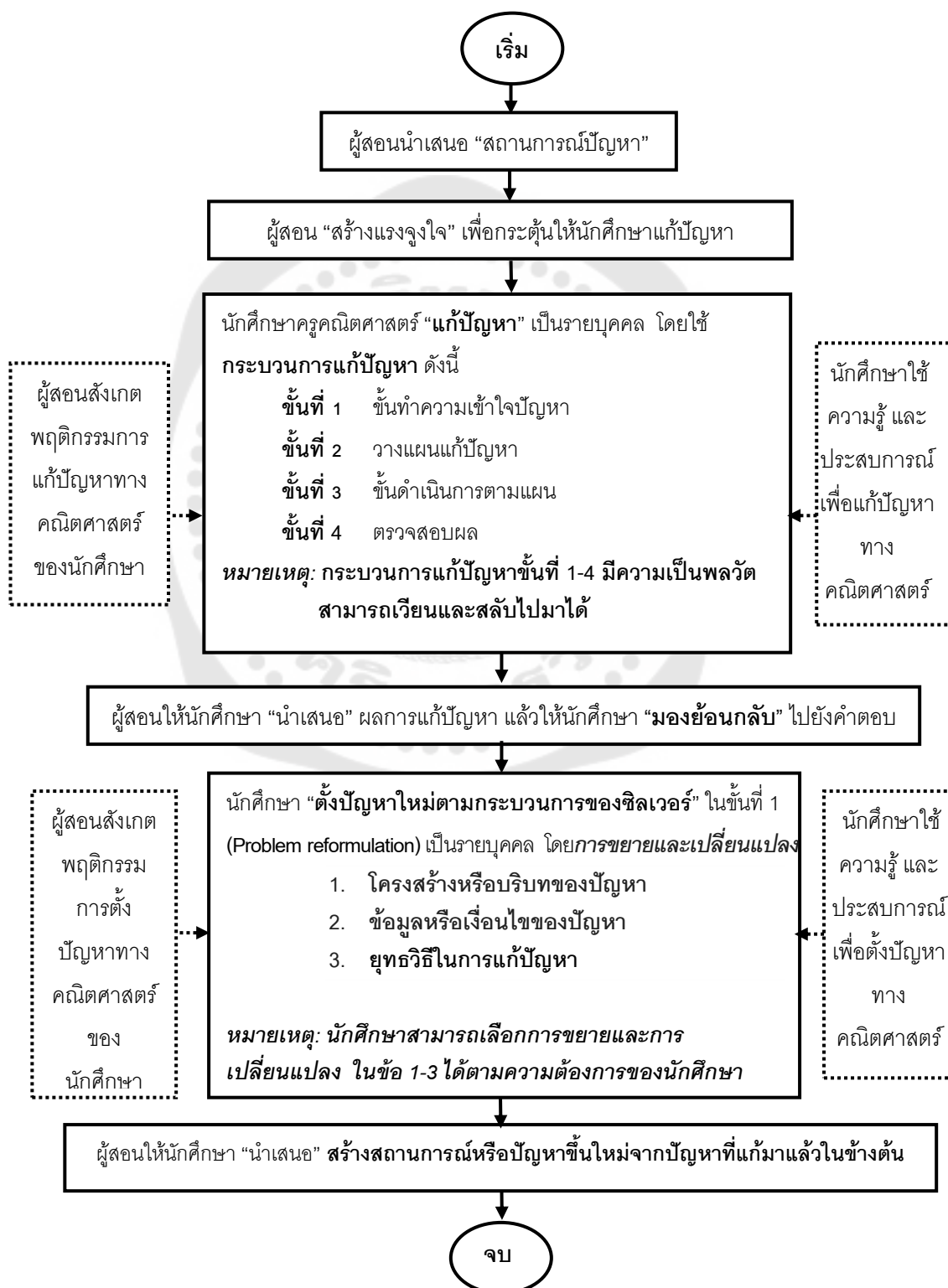
ช่วง	คาบเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้
1	1	แนะนำกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem reformulation: ให้นักศึกษาลงมือสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่จากปัญหาข้างต้นที่นักศึกษาลงมือแก้มาแล้ว
	2	กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem generation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
	3	กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem reformulation: ให้นักศึกษาลงมือสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่จากปัญหาข้างต้นที่นักศึกษาลงมือแก้มาแล้ว
	4	กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem generation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
	5	การทดสอบเป็นรายบุคคลครั้งที่ 1 Problem reformulation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่จากปัญหาข้างต้นที่นักศึกษาลงมือแก้มาแล้ว และ Problem generation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
2	6	กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem reformulation: ให้นักศึกษาลงมือสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่จากปัญหาข้างต้นที่นักศึกษาลงมือแก้มาแล้ว
	7	กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem generation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
	8	กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem reformulation: ให้นักศึกษาลงมือสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่จากปัญหาข้างต้นที่นักศึกษาลงมือแก้มาแล้ว
	9	กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem generation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้

ตาราง 12 (ต่อ)

ช่วง	คาบเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้
3	10	การทดสอบเป็นรายบุคคลครั้งที่ 2 Problem reformulation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่ จากปัญหาข้างต้นที่นักศึกษาลงมือแก้มาแล้ว และ Problem generation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
	11	กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem reformulation: ให้นักศึกษาลงมือสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่จากปัญหาข้างต้นที่ นักศึกษาลงมือแก้มาแล้ว
	12	กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem generation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
	13	กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem reformulation: ให้นักศึกษาลงมือสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่จากปัญหาข้างต้นที่ นักศึกษาลงมือแก้มาแล้ว
	14	กิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem generation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
	15	การทดสอบเป็นรายบุคคลครั้งที่ 3 Problem reformulation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่ จากปัญหาข้างต้นที่นักศึกษาลงมือแก้มาแล้ว และ Problem generation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
	16	การทดสอบความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Problem reformulation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่ จากปัญหาข้างต้นที่นักศึกษาลงมือแก้มาแล้ว และ Problem generation: การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้

สำหรับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบเรียนได้ดัดแปลงมาจากแนวคิดของรุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn, 2005, p. 53) โดยการจัดกิจกรรมในสองส่วนดังนี้

1. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) ในคาบที่ 1, 3, 7, 9, 11 และ 13 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามขั้นตอน ดังภาพประกอบด้านล่าง



2. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) ในคาบที่ 2, 4, 6, 8, 12 และ 14 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามขั้นตอน ดังภาพประกอบด้านล่าง



2.2.4 การประเมินผลการตั้งปัญหา

ในการประเมินการผลจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จะพิจารณา

1. บริบทของปัญหา(Context) 2. ภาษา (Language) 3. ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable)
4. ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา (Mathematical Strategies) และ 5.ความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 13 การประเมินการผลจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
บริบทของปัญหา (Context)	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์ ปัญหาเดิมเพียง เล็กน้อย	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์ ปัญหาเดิมเพียง บางส่วน	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์เป็น บริบทที่แตกต่าง จากบริบทเดิม แต่ไม่ชัดเจน	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์ ปัญหาเป็น บริบทที่แตกต่าง จากเดิมได้ ชัดเจน
ภาษา (Language)	เขียนข้อความ ในสถานการณ์ เป็นวลี	เขียนข้อความ ในสถานการณ์ เป็นประโยคที่ อ่านแล้วพอสื่อ ให้เข้าใจได้เพียง บางส่วน	เขียนข้อความ ในสถานการณ์ เป็นประโยคที่ อ่านแล้วพอสื่อ ให้เข้าใจได้เป็น ส่วนใหญ่	เขียนข้อความ ในสถานการณ์ เป็นประโยคที่ อ่านแล้วได้ ใจความสมบูรณ์ ตามหลัก ไวยากรณ์

ตาราง 13 (ต่อ)

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable)	แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้เพียงเล็กน้อย	แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วน	แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนแต่เขียนอธิบายไม่ชัดเจน	แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้ชัดเจน
ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies)	แสดงร่องรอยการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาแต่ไม่สามารถนำไปสู่คำตอบได้	แสดงร่องรอยการเลือกใช้หรือปรับเปลี่ยนยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสมแต่สามารถนำไปสู่คำตอบได้	เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
ความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability)	สถานการณ์หรือผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้เพียงบางส่วน	สถานการณ์หรือผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้	สถานการณ์และผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้เพียงบางส่วน	สถานการณ์และผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้อย่างเหมาะสม

2.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ คือ แผนการจัดการ

เรียนรู้ และเครื่องมือสำหรับการวัดผลประเมินผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และแบบสังเกตพฤติกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู และสร้างแบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นแผนการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ซึ่งในกิจกรรมการเรียนการสอนนี้นักศึกษาครูคณิตศาสตร์จะได้เรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2 ส่วนคือ 1) กิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยให้นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วทำการปรับปรุงข้อมูลหรือขยายเงื่อนไขจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ (Problem reformulation) และ 2) กิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยให้นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ดำเนินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) โดยเลือกใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problems) และปัญหาการประยุกต์หรือปัญหาสถานการณ์ (applied problems or situation problems) ที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง (real life problems) ซึ่งนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ต้องนำข้อมูลหรือเงื่อนไขหรือประเด็นสำคัญต่างๆ ที่กำหนดให้มาใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงแนวคิด/วิธีการ ในการหาคำตอบของปัญหาที่ตั้งขึ้น ซึ่งในการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ เริ่มจากศึกษา วิเคราะห์ แบ่งเนื้อหาและกำหนดวัตถุประสงค์การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยกำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมทั้งหมดจำนวน 16 แผน แผนละ 180 นาที ซึ่งในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะประกอบไปด้วย 1) ชื่อกิจกรรม 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) สาระสำคัญ 4) สื่อการเรียนรู้ 5) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6) การประเมินผล 7) บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 8) ใบกิจกรรม

ผู้วิจัยนำแผนกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

จนผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้วจึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความเป็นไปได้ของกิจกรรม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่วางไว้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ไปทดลองหาประสิทธิภาพ

2.3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ใช้ความรู้ในสาระจำนวนและพีชคณิตทั้งหมด จำนวน 4 ชุด ชุดละ 2 ข้อ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้วจึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ หลังจากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบทดสอบตามที่กำหนด แล้วนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ไปทดลองกับกลุ่มนักร้องจำนวน 30 คน ปี เพื่อวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 6 ข้อ แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient)

2.3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูซึ่งประกอบด้วย แบบตรวจสอบรายการ (check list) และแบบบันทึกภาคสนาม (field note) โดยนำแบบสังเกตพฤติกรรม การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้วจึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ หลังจากนั้นผู้วิจัยคัดเลือก

แบบสังเกตพฤติกรรมที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบสังเกตพฤติกรรมตามที่กำหนด

2.3.4 สร้างแบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

การสร้างแบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเพื่อสอบถามเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาของนักศึกษาครู นำแบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้วจึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ หลังจากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกแบบสัมภาษณ์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้แบบสัมภาษณ์ตามที่กำหนด

2.4 การหาประสิทธิภาพของของกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือวิจัย

ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลองนำร่อง ดังนี้

2.4.1 การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยของสถานการณ์ปัญหาและข้อคำถาม ของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ใช้ นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงโดยให้นักศึกษาทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาแล้วลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จากนั้น นำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1 /E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพขั้นต่อไป

2.4.2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ใช้ นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงโดยให้นักศึกษาทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาแล้วลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อหา ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอน

และหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จากนั้น นำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1 /E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพขั้นต่อไป

2.4.3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ใช้นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ จำนวน 12 คน โดยให้นักศึกษาทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาแล้วลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จากนั้น นำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E1 /E2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขและใช้ในการทดลองภาคสนามอีกครั้ง

ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

ในระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จำนวน 32 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยเลือกแบบเจาะจง และใช้เวลาในช่วงนอกเวลาเรียนปกติ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วแบ่งนักศึกษาออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ซึ่งในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับสูงจำนวน 1 คน นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับปานกลาง 2 คน และนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับต่ำ จำนวน 1 คน

จากนั้นผู้วิจัยเลือกนักศึกษาที่กล้าแสดงออก มีความสามารถในการสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของตนเองได้ดีเป็นนักศึกษาเป้าหมาย (Target student) จำนวน 4 คน ซึ่งได้จากการสอบถามและสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย และพิจารณาจากงานเขียน การสัมภาษณ์ แบบสังเกตพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยนักศึกษาเป้าหมายประกอบด้วย นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนระดับสูงจำนวน 1 คน นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับปานกลาง 2 คน และ นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับต่ำ จำนวน 1 คน เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรม การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์แล้วสัมภาษณ์การตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักศึกษาเป้าหมายแต่ละคนหลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

3.2 การกำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการ ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สาระจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 4

ศึกษากรอบแนวคิดขั้นตอน/วิธีการ การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ ซิลเวอร์ซึ่งเป็นกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการปรับปรุงข้อมูล ขยายเงื่อนไข เดิมที่เคยแก้มาแล้ว หรือสร้างสรรคใหม่มาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดให้

3.3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของงานวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัย แบบกลุ่มเดียวมีการ ทดสอบหลังการทดลอง (One Group Posttest-Only Design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้ กลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่างและทำการทดสอบหลังการ ทดลอง แล้วพิจารณาผลการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและการวิเคราะห์ข้อมูล เชิงคุณภาพกับข้อมูลที่ได้จากผลการทดลอง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผลตามขั้นตอนการ วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและ พีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. การ วิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหา ทางทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์และ 2. สถิติ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้าง ความสามารถในการตั้งปัญหาทางทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของ นักศึกษาครุคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้าง ความสามารถในการตั้งปัญหาทางทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

(1) นำคะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคลและคะแนนแบบทดสอบวัด ความสามารถในการตั้งปัญหาทางทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ หลังจากดำเนิน กิจกรรมการเรียนการสอนเสร็จสิ้นมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(2) หาจำนวนนักศึกษาที่มีความสามารถในการตั้งปัญหาทางทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคูคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

(3) ทดสอบสมมติฐานที่ว่านักศึกษาคูคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในตั้งปัญหาทางทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด โดยการทดสอบทวินาม

(4) นำแบบสังเกตพฤติกรรม แบบสัมภาษณ์และงานเขียนของนักศึกษามาวิเคราะห์พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

3.4.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

(1) สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา

(2) สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

(3) การทดสอบสมมติฐานการวิจัย คือ การทดสอบทวินาม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ และพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ แล้วศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ แล้วนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 สสำรวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ **ระยะที่ 2** การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย **ระยะที่ 3** การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

ระยะที่ 1 สสำรวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

ในการศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษา (1) ความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (2) การจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์และ (3) ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษามีดังนี้

ตอนที่ 1 ความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาความเชื่อ 3 ด้าน ได้แก่ (1) ความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (2) ความเชื่อเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ (3) ความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในแต่ละข้อ แต่ละด้านและทั้งฉบับปรากฏผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์

ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	คณิตศาสตร์เป็นวิชาเชิงสร้างสรรค์ที่วาดด้วยเหตุผล ความจริง กระบวนการคิดและการแก้ปัญหา	4.00	0.00	มากที่สุด
2	ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์อาจยืดหยุ่นปรับเปลี่ยนได้ตามยุทธวิธี	2.80	0.84	มาก
3	ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์มีความเที่ยงตรงแม่นยำ และตายตัวเสมอ	2.60	0.55	มาก
4	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเลขคณิต ประกอบด้วย บวก ลบ คูณ หาร	2.60	0.55	มาก
5	คณิตศาสตร์มีการดำเนินการที่หลากหลาย	4.00	0.00	มากที่สุด
6	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความรู้ตายตัวไม่สามารถสร้างเพิ่มเติมได้	3.40	1.34	มาก
7	การท่องจำสูตร การทำตามขั้นตอนและการคิดคำนวณ เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในวิชาคณิตศาสตร์	3.20	0.45	มาก
8	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนคิดคำนวณได้อย่างรวดเร็วเท่านั้น	3.40	0.89	มาก
9	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นคนที่มีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ	4.00	0.00	มากที่สุด
10	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาประกอบการตัดสินใจในชีวิตประจำวัน	3.80	0.45	มากที่สุด
	สรุปผลด้านความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์	3.38	0.51	มาก
ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
11	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.60	0.55	มากที่สุด
12	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง	3.40	0.55	มาก

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
13	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้	3.60	0.55	มากที่สุด
14	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้เพียงผิวเผิน	3.20	0.84	มาก
15	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์สูงสุดในห้องเรียนคณิตศาสตร์เท่านั้น	2.80	1.30	มาก
16	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่แยกออกจากกันได้	3.20	0.45	มาก
17	การตั้งปัญหาที่ดีที่สุดทำได้โดยการปรับเปลี่ยนข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้เพียงเท่านั้น	3.00	0.71	มาก
18	การตั้งปัญหาช่วยให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ สิ่งประดิษฐ์ วิทยาการใหม่ๆ	3.60	0.55	มากที่สุด
19	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น	3.00	1.22	มาก
20	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์และนำไปใช้ในชีวิตจริงได้	4.00	0.00	มากที่สุด
	สรุปผลด้านความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.34	0.67	มาก
ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
21	ควรใช้บริบททางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายในการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.00	0.00	มากที่สุด
22	ควรใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือชีวิตจริงในการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.80	0.45	มากที่สุด
23	ต้องใช้สถานการณ์ที่สมมติขึ้นในการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่านั้น	3.00	0.71	มาก
24	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้เพียงก่อนการดำเนินการแก้ปัญหาเท่านั้น	3.20	0.45	มาก
25	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งก่อน ระหว่าง หรือ หลังการดำเนินการแก้ปัญหา	3.80	0.45	มากที่สุด
26	ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองตามความสนใจ	3.80	0.45	มากที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
27	ผู้เรียนตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น	3.20	0.45	มาก
28	กระบวนการเรียนรู้ผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ๆ ขึ้นมาได้	4.00	0.00	มากที่สุด
29	กระบวนการเรียนรู้ผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพียงเรื่องเดียวเท่านั้น	3.60	0.55	มากที่สุด
30	การวัดประเมินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้สอนควรเน้นการประเมินผลในขั้นสุดท้ายของกิจกรรม	2.80	1.30	มาก
	สรุปผลด้านความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.52	0.48	มากที่สุด
	รวมทั้งฉบับ	3.41	0.55	มาก

จากตาราง 14 เมื่อพิจารณาความเชื่อของอาจารย์ทั้งฉบับ คะแนนของความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 3.41 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 แสดงว่าอาจารย์มีคะแนนเฉลี่ยของความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาความเชื่อของอาจารย์แต่ละด้าน คะแนนความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 3.38 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 อยู่ในระดับมาก ในขณะที่ความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 3.34 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 อยู่ในระดับมาก สำหรับคะแนนของความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 3.52 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 อยู่ในระดับมากที่สุด

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเชื่อของอาจารย์แต่ละข้อ พบว่า คะแนนความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์มีความเที่ยงตรงแม่นยำ และตายตัวเสมอ” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 และ (2) ความเชื่อที่ว่า “คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการดำเนินการเลขคณิต ประกอบด้วย บวก ลบ คูณ หาร” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 ในขณะที่คะแนนความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มี

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์สูงสุดในห้องเรียนคณิตศาสตร์เท่านั้น” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.30 และ (2) ความเชื่อที่ว่า “การตั้งปัญหาที่ดีทำได้โดยการปรับเปลี่ยนข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้เพียงเท่านั้น” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 3.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71 และ ความเชื่อที่ว่า “การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 3.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.22 ส่วนคะแนนของความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “การวัดประเมินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้สอนควรเน้นการประเมินผลในขั้นสุดท้ายของกิจกรรม” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.30 และ (2) ความเชื่อที่ว่า “ต้องใช้สถานการณ์ที่สมมติขึ้นในการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่านั้น” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 3.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71

การที่อาจารย์มีคะแนนความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาต่าง ๆ ซึ่งส่วนมากเป็นวิชาเกี่ยวข้องกับความรู้เฉพาะด้านในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ เน้นการใช้ความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้สอนนักเรียนหรือเป็นพื้นฐานสำหรับศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นอาจารย์จึงมุ่งเน้นที่จะให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีต่าง ๆ ผูกแก้ปัญหา แล้วค้นหาคำตอบที่ถูกต้องและแม่นยำตามทฤษฎีนั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์อาจารย์พบว่าอาจารย์จะสอนในรายวิชาที่เน้นทฤษฎีมากกว่ารายวิชาที่เน้นภาคปฏิบัติ อีกทั้งเนื้อหาในรายวิชาทฤษฎีค่อนข้างมากดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษา อาจารย์ส่วนใหญ่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามโครงสร้างและเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องด้วยการยกตัวอย่าง แสดงตัวอย่างให้นักศึกษาดูประกอบการอธิบาย แล้วให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด และทดสอบ ซึ่งเป็นวิธีการที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาหาเพียงคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น เพื่อให้นักศึกษาสามารถเรียนครบตามโครงสร้างและเนื้อหาสาระของแต่ละรายวิชากำหนด

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของครูพี่เลี้ยง

ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	คณิตศาสตร์เป็นวิชาเชิงสร้างสรรค์ที่ว่าด้วยเหตุผล ความจริง กระบวนการคิดและการแก้ปัญหา	3.67	0.49	ดีมาก
2	ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์อาจยืดหยุ่นปรับเปลี่ยนได้ตามยุทธวิธี	3.13	0.64	มาก
3	ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์มีความเที่ยงตรงแม่นยำ และตายตัวเสมอ	2.13	0.92	น้อย
4	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการดำเนินการเลขคณิต ประกอบด้วย บวก ลบ คูณ หาร	2.40	0.91	น้อย
5	คณิตศาสตร์มีการดำเนินการที่หลากหลาย	3.93	0.26	ดีมาก
6	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความรู้ตายตัวไม่สามารถสร้างเพิ่มเติมได้	3.27	0.46	มาก
7	การท่องจำสูตร การทำตามขั้นตอนและการคิดคำนวณ เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในวิชาคณิตศาสตร์	2.73	0.70	มาก
8	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนคิดคำนวณได้อย่างรวดเร็วเท่านั้น	2.53	0.83	มาก
9	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นคนที่มีเหตุผล มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ	3.80	0.41	ดีมาก
10	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาประกอบการตัดสินใจในชีวิตประจำวัน	3.67	0.49	ดีมาก
	สรุปผลด้านความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์	3.13	0.61	มาก
ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
11	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.40	0.51	มาก
12	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง	3.33	0.49	มาก
13	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนได้	3.40	0.51	มาก
14	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้เพียงผิวเผิน	3.13	0.35	มาก
15	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์สูงสุดในห้องเรียนคณิตศาสตร์เท่านั้น	3.07	0.46	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
16	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่แยกออกจากกันได้	2.93	0.46	มาก
17	การตั้งปัญหาที่ดีทำได้โดยการปรับเปลี่ยนข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้เพียงเท่านั้น	2.93	0.59	มาก
18	การตั้งปัญหาช่วยให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ สิ่งประดิษฐ์ วิทยาการใหม่ๆ	3.60	0.51	มากที่สุด
19	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น	3.27	0.46	มาก
20	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์และนำไปใช้ในชีวิตจริงได้	3.67	0.49	มากที่สุด
	สรุปผลด้านความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.27	0.48	มาก
ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
21	ควรใช้บริบททางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายในการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.53	0.52	มากที่สุด
22	ควรใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือชีวิตจริงในการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.53	0.52	มากที่สุด
23	ต้องใช้สถานการณ์ที่สมมติขึ้นในการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่านั้น	3.00	0.53	มาก
24	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้เพียงก่อนการดำเนินการแก้ปัญหาเท่านั้น	3.20	0.41	มาก
25	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งก่อน ระหว่าง หรือหลังการดำเนินการแก้ปัญหา	3.40	0.51	มาก
26	ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองตามความสนใจ	3.40	0.51	มาก
27	ผู้เรียนตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น	3.00	0.38	มาก
28	กระบวนการเรียนรู้ผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ๆ ขึ้นมาได้	3.40	0.51	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
29	กระบวนการเรียนรู้ผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพียงเรื่องเดียวเท่านั้น	2.93	0.46	มาก
30	การวัดประเมินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้สอนควรเน้นการประเมินผลในขั้นสุดท้ายของกิจกรรม	2.87	0.64	มาก
	สรุปผลด้านความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.23	0.50	มาก
	รวมทั้งฉบับ	3.21	0.53	ดี

จากตาราง 15 เมื่อพิจารณาความเชื่อของครูพี่เลี้ยงทั้งฉบับ คะแนนของความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยงมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 3.21 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 แสดงว่าครูพี่เลี้ยงมีคะแนนเฉลี่ยของความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาความเชื่อของครูพี่เลี้ยงแต่ละด้าน คะแนนความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 3.13 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 อยู่ในระดับมาก ในขณะที่ความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 3.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 อยู่ในระดับมาก สำหรับคะแนนของความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 3.23 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.05 อยู่ในระดับมาก

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเชื่อของครูพี่เลี้ยงแต่ละข้อ พบว่า คะแนนความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์มีความเที่ยงตรงแม่นยำ และตายตัวเสมอ” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.13 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.92 และ (2) ความเชื่อที่ว่า “คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการดำเนินการเลขคณิต ประกอบด้วย บวก ลบ คูณ หาร” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.91 ในขณะที่คะแนนความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่แยกออกจากกันได้” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.93 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 และ (2) ความเชื่อที่ว่า

“การตั้งปัญหาที่ดีทำได้โดยการปรับเปลี่ยนข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้เพียงเท่านั้น” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.93 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 ส่วนคะแนนของความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “การวัดประเมินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้สอนควรเน้นการประเมินผลในขั้นสุดท้ายของกิจกรรม” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.87 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64 และ (2) ความเชื่อที่ว่า “กระบวนการเรียนรู้ผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพียงเรื่องเดียวเท่านั้น” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.93 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46

สาเหตุที่ครูพี่เลี้ยงมีคะแนนความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ยังไม่มากที่สุดอาจเนื่องมาจากครูพี่เลี้ยงในระดับประถมศึกษาบางคนที่สอนไม่ตรงวิชาเอกที่สอน ครูต้องสอนหลายกลุ่มสาระการเรียนรู้ทำให้เตรียมการสอนไม่ทัน ครูจึงจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ตามหนังสือของสำนักพิมพ์เอกชน รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครูจึงเป็นการสอนแบบบรรยายโดยการอธิบายความรู้และบอกให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามคำบอก ตามใบงาน เอกสารที่มีอยู่แล้วครูไม่ได้ออกแบบหรือตั้งโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง ครูจึงยังไม่เข้าใจกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่ามีขั้นตอนอย่างไร และเมื่อไม่ได้ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โจทย์ด้วยตนเองครูจึงไม่เห็นว่าการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน” แม้แต่ครูพี่เลี้ยงในระดับมัธยมศึกษาที่สอนตรงเอก มีความรู้ลุ่มลึกมากกว่าก็จัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากครูในระดับประถมศึกษาที่สอนไม่ตรงวิชาเอก สอนโดยการอธิบายความรู้และบอกให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามคำบอกความรู้แก่นักเรียน เน้นการฝึกทำโจทย์เพียงเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์ครูว่า ในการจัดการเรียนการสอนครูมีภาระหน้าที่หลายอย่างนอกเหนือจากการจัดการเรียนการสอนเพียงอย่างเดียว อีกทั้งรายวิชาคณิตศาสตร์ยิ่งเรียนมากขึ้นความเป็นนามธรรมก็มากขึ้น เนื้อหามากขึ้น เวลาสอนไม่เพียงพอที่จะให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ เสนอแนวคิดต่าง ๆ หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งโจทย์แล้วหาคำตอบนั้นด้วยตนเอง อีกทั้งครูมองว่า นักเรียนในห้องเรียนมีความแตกต่างกันมาก ครูจึงเน้นการสอนด้วยการบอก ยกตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนทำตามตัวอย่าง ดังนั้นครูจึงทำการตั้งปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนตัวเลข หรือเปลี่ยนการดำเนินการเพียงเท่านั้น เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจและในท้ายที่สุดนักเรียนสามารถทำข้อสอบได้

ตาราง 16 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5

ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	คณิตศาสตร์เป็นวิชาเชิงสร้างสรรค์ที่วาดด้วยเหตุผล ความจริง กระบวนการคิดและการแก้ปัญหา	3.42	0.50	มาก
2	ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์อาจยืดหยุ่นปรับเปลี่ยนได้ตามยุทธวิธี	3.33	0.48	มาก
3	ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์มีความเที่ยงตรงแม่นยำ และตายตัวเสมอ	1.98	0.72	น้อย
4	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการดำเนินการเลขคณิต ประกอบด้วย บวก ลบ คูณ หาร	1.89	0.75	น้อย
5	คณิตศาสตร์มีการดำเนินการที่หลากหลาย	3.62	0.53	มากที่สุด
6	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความรู้ตายตัวไม่สามารถสร้างเพิ่มใหม่ได้	2.87	0.92	มาก
7	การท่องจำสูตร การทำตามขั้นตอนและการคิดคำนวณ เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในวิชาคณิตศาสตร์	2.47	0.81	น้อย
8	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนคิดคำนวณได้อย่างรวดเร็วเท่านั้น	2.31	0.85	น้อย
9	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นคนที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ	3.42	0.54	มาก
10	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาประกอบการตัดสินใจในชีวิตประจำวัน	3.49	0.63	มาก
	สรุปผลด้านความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์	2.88	0.67	มาก
ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
11	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.22	0.42	มาก
12	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง	3.31	0.51	มาก
13	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้	3.33	0.48	มาก
14	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้เพียงผิวเผิน	2.38	0.78	น้อย

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
15	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์สูงสุดในห้องเรียนคณิตศาสตร์เท่านั้น	2.33	0.95	น้อย
16	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่แยกออกจากกันได้	2.16	0.74	น้อย
17	การตั้งปัญหาที่ดีทำได้โดยการปรับเปลี่ยนข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้เพียงเท่านั้น	2.33	0.74	น้อย
18	การตั้งปัญหาช่วยให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ สิ่งประดิษฐ์ วิทยาการใหม่ ๆ	3.51	0.66	มากที่สุด
19	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น	2.78	0.74	มาก
20	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์และนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้	3.56	0.50	มากที่สุด
	สรุปผลด้านความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	2.89	0.65	มาก
ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
21	ควรใช้บริบททางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายในการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.51	0.51	มากที่สุด
22	ควรใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือชีวิตรจริงในการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.58	0.50	มากที่สุด
23	ต้องใช้สถานการณ์ที่สมมติขึ้นในการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่านั้น	2.24	0.83	น้อย
24	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้เพียงก่อนการดำเนินการแก้ปัญหาเท่านั้น	2.56	0.81	มาก
25	การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งก่อน ระหว่าง หรือหลังการดำเนินการแก้ปัญหา	3.27	0.54	มาก
26	ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองตามความสนใจ	3.40	0.58	มาก
27	ผู้เรียนตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น	2.60	0.81	มาก
28	กระบวนการเรียนรู้ผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ ๆ ขึ้นมาได้	3.47	0.59	มาก

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	ความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
29	กระบวนการเรียนรู้ผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพียงเรื่องเดียวเท่านั้น	2.49	1.04	น้อย
30	การวัดประเมินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้สอนควรเน้นการประเมินผลในขั้นสุดท้ายของกิจกรรม	2.22	0.82	น้อย
	สรุปผลด้านความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	2.93	0.70	ดี
	รวมทั้งฉบับ	2.90	0.68	ดี

จากตาราง 16 เมื่อพิจารณาความเชื่อของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ทั้งฉบับ คะแนนของความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 2.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 แสดงว่านักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยของความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาความเชื่อของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 แต่ละด้านคะแนนความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.88 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.67 อยู่ในระดับมาก ในขณะที่ความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.65 อยู่ในระดับมาก สำหรับคะแนนของความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.93 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.70 อยู่ในระดับมาก

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเชื่อของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 แต่ละข้อ พบว่า คะแนนความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเลขคณิต ประกอบด้วย บวก ลบ คูณ หาร” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 1.89 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75 และ (2) ความเชื่อที่ว่า “ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์มีความเที่ยงตรงแม่นยำ และตายตัวเสมอ” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 1.98 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.72 ในขณะที่คะแนนความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่แยกออกจากกัน

ได้” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.16 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74 และ (2) ความเชื่อที่ว่า “การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์สูงสุดในห้องเรียนคณิตศาสตร์เท่านั้น” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.95 เช่นเดียวกับความเชื่อที่ว่า “การตั้งปัญหาที่ดีทำได้โดยการปรับเปลี่ยนข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้เพียงเท่านั้น” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.33 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74 ส่วนคะแนนของความเชื่อที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “การวัดประเมินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้สอนควรเน้นการประเมินผลในขั้นสุดท้ายของกิจกรรม” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.22 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.82 และ (2) ความเชื่อที่ว่า “ต้องใช้สถานการณ์ที่สมมติขึ้นในการจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่านั้น” ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.24 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.83

จากการที่นักศึกษาครูมีคะแนนความเชื่อที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อย เพราะส่วนใหญ่แล้วในกระบวนการจัดการเรียนการสอนนักศึกษาครูนั่น ผู้สอนจะเน้นให้นักศึกษาครูฝึกทำโจทย์เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องกันเพียงอย่างเดียวไม่ได้จัดกิจกรรมที่ให้นักศึกษาได้มีโอกาสตั้งปัญหาแก้ปัญหาและหาคำตอบด้วยตนเอง แม้กระทั่งในรายวิชาการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน นักศึกษาก็เพียงนำโจทย์จากหนังสือเรียนหรือทำการเลียนแบบโจทย์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่นักศึกษาสามารถเข้าถึงได้มาเขียนในแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้สำหรับการทดลองสอน ทำให้นักศึกษาไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหากับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ คิดว่าการตั้งปัญหาที่ดีทำได้โดยการปรับเปลี่ยนข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาที่กำหนดให้ และเป็นกระบวนการที่มีประโยชน์สูงสุดในห้องเรียนคณิตศาสตร์เพียงเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์นักศึกษาครูที่ให้ข้อมูลว่า ในการเรียนการสอนที่ผ่านมานักศึกษาจะเรียนวิชาเฉพาะด้านเป็นวิชาทฤษฎีที่เน้นการบรรยาย ผู้สอนจึงมุ่งให้ความรู้แก่นักศึกษาเยอะ ๆ มากกว่าการลงมือปฏิบัติตามโครงสร้างรายวิชา และวิชาปฏิบัติส่วนมากเป็นวิชาในกลุ่มวิชาชีพครู ดังนั้นเมื่อนักศึกษาต้องออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ นักศึกษาก็จะใช้โจทย์ที่มีอยู่แล้วในหนังสือเรียน แบบฝึกหัด อินเทอร์เน็ต หรือเอกสารตำราต่าง ๆ และเมื่อได้โจทย์มาแล้วนักศึกษาก็ไม่ได้ทำการปรับเปลี่ยนข้อมูลและเงื่อนไขของปัญหาที่ค้นคว้ามา จึงส่งผลให้นักศึกษาไม่เข้าใจกระบวนการในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์ความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ครูพี่เลี้ยง และนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ข้างต้น แม้ว่าอาจารย์ ครูพี่เลี้ยง และนักศึกษาครู

คณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 จะมีความเชื่ออยู่ในระดับมาก แต่มีความเชื่อบางความเชื่ออยู่ในระดับน้อย ต้องปรับปรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ซึ่งล้วนเป็นความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ส่วนใหญ่ไม่ได้เน้นและให้ความสำคัญกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นและมีประโยชน์มากสำหรับนักศึกษาครูที่จะออกไปปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์อาจารย์ว่า “ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษา อาจารย์ส่วนใหญ่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามโครงสร้างและเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องในรายวิชาทฤษฎีด้วยการมุ่งเน้นให้นักศึกษาฝึกทำโจทย์เพื่อหาเพียงคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น ไม่ได้ฝึกให้นักศึกษาดำเนินการและหาคำตอบจากโจทย์ที่ตั้งขึ้นด้วยตนเอง”

ตอนที่ 2 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่ (1) บริบทของปัญหา (Context) (2) ภาษา (Language) (3) ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable) (4) ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา (Mathematical Strategies) และ (5) ความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability) โดยพิจารณาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 บริบทของปัญหา (Context)

ในการศึกษาบริบทของปัญหา (Context) ผู้วิจัยพิจารณาบริบทของปัญหาจากการตั้งสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับบริบทหนึ่ง ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่สถานการณ์ปัญหานั้นตั้งอยู่ มี 4 บริบท ประกอบด้วย บริบทส่วนตัว (Personal Context) บริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context) บริบททางสังคม (Societal Context) และบริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) ผลการวิจัยพบว่า (1) นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหามathematics ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) โดยการเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์ปัญหาเดิมเพียงเล็กน้อยและ (2) นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) โดยการเลียนแบบสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหามathematics ที่เคยแก้มาแล้ว ส่งผลให้สถานการณ์ปัญหาที่ตั้งขึ้นมีบริบทที่แตกต่างจากบริบทเดิมเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหามathematics ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) โดยการเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์ปัญหาเดิมเพียงเล็กน้อย

ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาใหม่จากการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงจำนวนคนหรือเปลี่ยนแปลงชื่อร้านเพียงเท่านั้น

ตัวอย่างเช่น ในสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 เป็นสถานการณ์ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับบริบทส่วนตัว (Personal Context) ซึ่งสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวเป็นสถานการณ์ปัญหาในโลกชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทางการเงินของบุคคล ครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อน ดังภาพประกอบ 9 โดยนักศึกษาจะทำการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาใหม่หลังจากนักศึกษาแก้ปัญหาดังกล่าวเสร็จเรียบร้อยแล้ว นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์ปัญหาเดิมเพียงเล็กน้อย ด้วยการเปลี่ยนแปลงจำนวนคน เช่น เปลี่ยนแปลงโปรโมชั่นจาก โปรโมชั่น มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน หรือ มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน เป็น มา 5 ท่าน จ่าย 4 ท่าน หรือ มา 6 ท่าน จ่าย 5 ท่าน ดังภาพประกอบ 10 หรือเปลี่ยนแปลงชื่อร้านและราคาราคาบุฟเฟต์ เช่น เปลี่ยนแปลงชื่อร้านซากาบูฟเฟต์ เป็น ร้านเดิมหมูกระทะ เปลี่ยนราคาราคาบุฟเฟต์จากท่านละ 399 บาท เป็นท่านละ 189 บาท ดังภาพประกอบ 11

ร้านซากาบูฟเฟต์ได้จัดโปรโมชั่นพิเศษสำหรับลูกค้า “มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน” หรือ “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน” ในราคาปกติท่านละ 399 บาท

จากโปรโมชั่นดังกล่าว สรุปได้ว่า

กรณีที่ 1 ถ้ามาทานบุฟเฟต์ 4 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จะจ่ายเป็นเงิน 1,596 บาท แต่จากโปรโมชั่น จะคิดเงินเพียง 3 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท รวมจ่ายเป็นเงิน 1,197 บาท

กรณีที่ 2 ถ้ามาทานบุฟเฟต์ 3 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จะจ่ายเป็นเงิน 1,197 บาท แต่จากโปรโมชั่น จะคิดเงินเพียง 2 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท รวมจ่ายเป็นเงิน 798 บาท

อยากทราบว่าถ้านักศึกษาไปทานบุฟเฟต์จำนวน 7 คน นักศึกษาจะจ่ายเงินน้อยที่สุดกี่บาท

ภาพประกอบ 9 สถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1

โปรโมชันเก่า 5 พันบาท 4 พัน บาทใหม่ 6 พันบาท 5 พัน
พัน

ภาพประกอบ 10 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แก้มาแล้วข้างต้นด้วยการเปลี่ยนแปลงโปรโมชัน

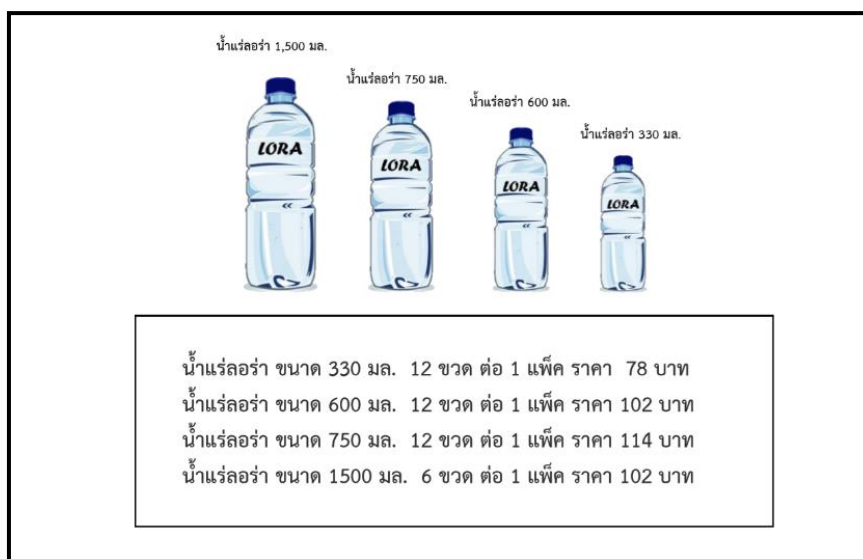
ร้านเดิมหมกรกษ คัดโปรโมชัน 474 สาย 3 กิ่ง 3
ไว้ในร้านแค่ 2 ในราคาปกติที่ 189 บาท

ภาพประกอบ 11 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แก้มาแล้วข้างต้นด้วยการเปลี่ยนแปลงชื่อร้านและราคาบุฟเฟต์

(2) นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) โดยการเลียนแบบสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว

ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรมการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาด้วยการเลียนแบบปัญหาในสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 ส่งผลให้สถานการณ์ปัญหาที่ตั้งขึ้นมีบริบทที่แตกต่างจากบริบทเดิมเพียงเล็กน้อย

ตัวอย่างเช่น ข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ข้อที่ 2 เป็นข้อมูล/เรื่องราวที่นักศึกษาสามารถนำไปคิดค่าใช้จ่าย สั่งซื้อสินค้า หรือจัดรายการสินค้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงานในโลกชีวิตจริงอันเป็นบริบททางงานอาชีพ (Occupational Context) ดังภาพประกอบ 12 นักศึกษาทำการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ด้วยการจัดรายการโปรโมชันสินค้า ดังภาพประกอบ 13 เปลี่ยนแปลงชื่อสินค้า เช่น เปลี่ยนแปลงชื่อสินค้าจากน้ำแร่เป็นน้ำส้ม เปลี่ยนราคาสินค้าจาก 78 บาท เป็น 45 บาท ดังภาพประกอบ 14 และเปลี่ยนแปลงชื่อสินค้าน้ำแร่เป็นนมเปรี้ยว เปลี่ยนขนาดและราคาสินค้า แต่ยังคงเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโปรโมชันเช่นเดียวกับสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1



ภาพประกอบ 12 ข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ข้อที่ 2

น้ำแร่ลอร่า ขนาด 330 มล.	12 ขวด ต่อ 1 แพ็ค	ราคา 78 บาท
น้ำแร่ลอร่า ขนาด 600 มล.	12 ขวด ต่อ 1 แพ็ค	ราคา 102 บาท
น้ำแร่ลอร่า ขนาด 750 มล.	12 ขวด ต่อ 1 แพ็ค	ราคา 114 บาท
น้ำแร่ลอร่า ขนาด 1500 มล.	6 ขวด ต่อ 1 แพ็ค	ราคา 102 บาท
ซื้อ 8 แพ็ค 1102 บาท 2 แพ็ค		

ภาพประกอบ 13 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
ด้วยการจัดรายการโปรโมชั่นสินค้าด้วยการจัดรายการโปรโมชั่นสินค้า

นมเปรี้ยวรสผลไม้	ขนาด 110 มล.	ราคา แพ็คละ 24 บาท	จำนวน 6 กล่อง
นมเปรี้ยวรสผลไม้	ขนาด 250 มล.	ราคา แพ็คละ 38 บาท	จำนวน 4 กล่อง
ทั้งหมด รวมนั้น - 31 ชิ้น ราคา 256 บาท ซื้อ นมเปรี้ยวรสผลไม้ ขนาดใดก็ได้ ครบ 3 แพ็ค			
นมเปรี้ยวรสผลไม้	ขนาด 110 มล.	ราคา 24 บาท	พื้นที่

ภาพประกอบ 14 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
ด้วยการจัดรายการโปรโมชั่นสินค้าด้วยการเปลี่ยนแปลงชื่อสินค้า ขนาดและราคาสินค้า

2.2 ภาษา (Language)

ในการศึกษาภาษา (Language) ที่ใช้ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาผู้วิจัยพิจารณาข้อความที่เป็นภาษาทางการในสถานการณ์ปัญหาซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือเงื่อนไขที่แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาให้บุคคลอื่นเข้าใจตรงกันดังปรากฏในสถานการณ์หรือปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่เขียนข้อความในสถานการณ์เป็นประโยคที่อ่านแล้วพอสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วนยังไม่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ และมีบางส่วนเขียนข้อความในสถานการณ์เป็นวลี โดยพฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกดังกล่าวมีความสอดคล้องกันทั้งในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation)

(1) นักศึกษาส่วนใหญ่เขียนข้อความในสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) เป็นเพียงประโยคที่อ่านแล้วพอสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน

ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่เขียนเพียงเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาซึ่งเป็นเพียงประโยคหรือวลี ที่อ่านแล้วพอสื่อให้เข้าใจได้แต่ไม่ปรากฏการเขียนข้อคำถาม ดังภาพประกอบ 15

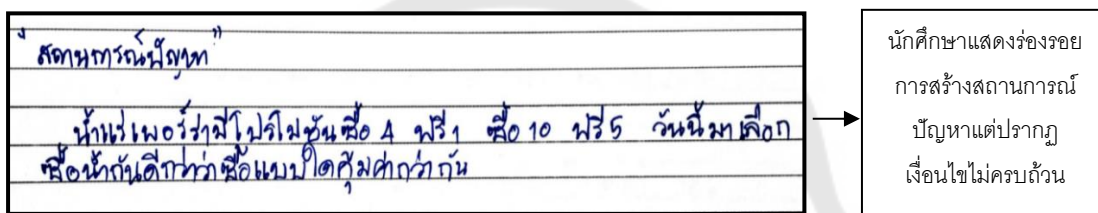
ร้านแม่เลี้ยงไก่เนื้อ แม่บุญนี้ จัดโปรโมชันพิเศษสำหรับลูกค้า
" 20 บาท ซื้อไก่ 4 ตัว บวก 20 บาท 4 ตัว จ่าย 3 บาท "
ในรถจอดที่ หน้า 19 บาท

นักศึกษาแสดง
ร่องรอยการสร้าง
สถานการณ์ปัญหา
แต่ไม่ปรากฏข้อ
คำถาม

ภาพประกอบ 15 การเขียนเพียงเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา
ซึ่งเป็นเพียงประโยคหรือวลี ไม่ปรากฏการเขียนข้อคำถาม

(2) นักศึกษาส่วนใหญ่เขียนข้อความในสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) เป็นเพียงประโยคที่อ่านแล้วพอสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน

ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่เขียนเงื่อนไขของสถานการณ์และเขียนข้อคำถาม แต่การเขียนเป็นเพียงประโยคหรือวลีสั้น ๆ ที่พอสื่อให้เข้าใจได้ซึ่งเป็นประโยคที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) เป็นเพียงประโยคหรือวลีสั้น ๆ

2.3 ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable)

ในการศึกษาปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable) จากสถานการณ์หรือปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น ผู้วิจัยพิจารณาการเขียนอธิบายขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ปรากฏร่องรอยขั้นตอนการแก้ปัญหาจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และ (2) นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากการสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) เพียงบางส่วนและเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ปรากฏร่องรอยขั้นตอนการแก้ปัญหาจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation)

ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงแนวคิดของการสร้างเงื่อนไขหรือปัญหาแต่ไม่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การหาคำตอบ เพราะนักศึกษาไม่ได้สร้างข้อคำถาม ดังภาพประกอบ 17

399	1596
จำแนกมา 5	จำแนกไป 3
4	3
= 1197 = 299.25	
4	
3	2
= 798	
798	
5 1596	
3192	

นักศึกษาแสดง
ร่องรอยการ
ดำเนินการ
แก้ปัญหาโดย
การเขียนแสดง
การคำนวณแบบ
สั้น ๆ แต่ไม่ใช่
กระบวนการ
แก้ปัญหาที่
นำไปสู่การหา
คำตอบ

ภาพประกอบ 17 แนวคิดของการสร้างเงื่อนไขหรือปัญหา
แต่ไม่ใช่กระบวนการแก้ปัญหานำไปสู่การหาคำตอบ

(2) นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากการสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) เพียงบางส่วนและเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน

ในการแก้ปัญหาจากการสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่เขียนอธิบายแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาเพียงบางส่วนและเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน โดยเขียนแสดงการคำนวณแบบสั้น ๆ ไม่ปรากฏกระบวนการหรือขั้นตอนที่ชัดเจน ดังภาพประกอบ 18

นก	330	330 x	3960 = 50.77
		12	78
		660	
		330	
		3960	
นก	500	500 x	6000 = 58.82
		12 x	102
		6000	
		=	
นก	750	750 x	9000 = 72.95
		12	114
		9000	
		=	
นก	1500	1500 x	9000 = 88.235
		6	102
		9000	

นักศึกษาแสดง
ร่องรอยการ
ดำเนินการ
แก้ปัญหาโดย
การเขียนแสดง
การคำนวณแบบ
สั้น ๆ

ภาพประกอบ 18 การเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน

2.4 ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies)

ในการศึกษายุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหานักศึกษาผู้วิจัยพิจารณาจาก วิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหามathematical strategies ที่ตั้งขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การเขียนภาพหรือแผนภาพ การสร้างตาราง การแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมด การคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนสมการ และอื่น ๆ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และ (2) นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ยุทธวิธีการแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการแก้ปัญหจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) เพียงยุทธวิธีเดียว

(1) นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation)

ในการแก้ปัญหจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนยุทธวิธีที่ใช้ใน

การแก้ปัญหาเพราะนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้สร้างข้อคำถามมีเพียงการเขียนเงื่อนไขเท่านั้น จึงปรากฏเพียงร่องรอยของการแสดงแนวคิดของการสร้างเงื่อนไขหรือปัญหาแต่ไม่ใช่กระบวนการ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การหาคำตอบ ดังภาพประกอบ 17 ข้างต้น

(2) นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ยุทธวิธีการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการแก้ปัญหาจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) เพียงยุทธวิธีเดียว

ในการแก้ปัญหาจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ยุทธวิธีการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการแก้ปัญหาเพียงยุทธวิธีเดียวดังภาพประกอบ 19

อัตราคนในแต่ละชมจากบริเวณที่กั้นถนน (500 คน)	
แบบที่ 1. 330 mL : 12 ชม คน ชม → 78 x 6 = 468 คน ชม	นักศึกษาแสดง ร่องรอยการ ดำเนินการ แก้ปัญหาด้วย การใช้ยุทธวิธี การแจกกรณี
$330 \times 12 \times 6 = \square \text{ mL}$	
$\downarrow$ หรือ $330 \times 12 = \Delta \text{ mL}$	
แบบที่ 2 600 mL : 12 ชม คน ชม → 102 x 4 = 408 คน ชม	
$\downarrow$	ข้อ หมายเหตุ 1 ชม
$(600 \times 12 \times 4) + (330 \times 12) = \square \text{ mL}$	
$\downarrow$ หรือ $600 \times 12 = \Delta \text{ mL}$	

ภาพประกอบ 19 ยุทธวิธีการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้

2.5 ความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability)

ในการศึกษาความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability) ผู้วิจัยพิจารณาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้นเป็นไปได้นในโลกชีวิตจริง สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และนำไปสู่การหาผลเฉลยได้ ผลการวิจัยพบว่า (1) นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนความสมเหตุสมผลของปัญหาจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และ (2) นักศึกษาส่วนใหญ่เขียนความสมเหตุสมผลของปัญหาในการแก้ปัญหาจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) ได้เพียงบางส่วน

(1) นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ปรากฏร่องรอยสถานการณ์และผลเฉลยของปัญหาที่มีความเป็นไปได้หรือสามารถนำไปใช้ในโลกจริงของปัญหาจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation)

ในการศึกษาความสมเหตุสมผลของปัญหา นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนความสมเหตุสมผลของปัญหา เพราะนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้สร้างข้อคำถามมีเพียงการเขียนเงื่อนไขเท่านั้น จึงปรากฏเพียงร่องรอยการแสดงแนวคิดในการสร้างเงื่อนไขหรือปัญหาที่ไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และไม่สามารถนำไปสู่การหาผลเฉลยปัญหาได้ ดังภาพประกอบ 17-18

(2) นักศึกษาส่วนใหญ่เขียนสถานการณ์และผลเฉลยของปัญหาที่มีความเป็นไปได้หรือสามารถนำไปใช้ในโลกจริงของจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) ได้เพียงบางส่วน

ในการแก้ปัญหาจากการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ยุทธวิธีการแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการแก้ปัญหาแต่แจกแจงไม่ครบทุกกรณีจึงไม่สามารถนำมาสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือสถานการณ์ได้ ดังภาพประกอบ 19 ข้างต้น

ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย

ในการพัฒนาและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการสำรวจและศึกษาสภาพการเรียนรู้การสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาคณิตศาสตร์ กระบวนการตั้งปัญหาของซิลเวอร์ กระบวนการแก้ปัญหา และแนวทางการวัดผลประเมินผลมากำหนดกรอบแนวคิดเพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอน และทดลองหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอน กับกลุ่มทดลองนำร่อง 3 ครั้ง ซึ่งกลุ่มเป้าหมายสำหรับกลุ่มทดลองนำร่องเป็นนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต(ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ชั้นปีที่ 5 จำนวน 21 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนระดับสูง ปานกลาง และต่ำ โดยผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองหาประสิทธิภาพรายบุคคล

ในการทดลองหาประสิทธิภาพรายบุคคล มีความมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ให้นักศึกษาจำนวน 3 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 1 คน โดยให้นักศึกษาลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาในแต่ละกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล และนำคะแนนจากไปกิจกรรมรายบุคคล ครั้งที่ 1 – 3 และคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยคิดค่า E_1 เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักศึกษาได้จากกิจกรรมรายบุคคลระหว่างเรียนจำนวน 3 ครั้ง และ E_2 เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักศึกษาได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน โดยมีเกณฑ์การตัดสิน E_1/E_2 เป็น 60/60 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพรายบุคคลของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

E_1	E_2	E_1/E_2
62.08	61.45	62.08/61.45

จากตาราง 17 พบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 62.08/61.45 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 60/60 แสดงว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 60/60 ผลจากการทดลองหาประสิทธิภาพรายบุคคล มีข้อค้นพบในการปรับปรุง ดังนี้

1. ควรปรับปรุงเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาให้อ่านแล้วเข้าใจง่าย เช่น ในกิจกรรมที่ 1 ให้เพิ่มข้อสรุปจากเงื่อนไขของโปรโมชัน นอกจากการให้เงื่อนไขแล้วตั้งคำถามเพียงอย่างเดียว

เนื่องจากเป็นครั้งแรกในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และปรับปรุงเงื่อนไขให้รัดกุมไม่กำกวมในสถานการณ์ปัญหา ในกิจกรรมที่ 7 เรื่องสตูล ว่าขนาดของไม้ที่นำมาใช้ทำตุลสามารถนำเศษไม้ที่ตัดแล้วมาต่อกัน เพื่อให้ได้ความยาวที่ต้องการหรือไม่

2. ควรเพิ่มเติมรายละเอียดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ เช่น กิจกรรมที่ 8 เป็นกิจกรรมที่นักศึกษาต้องนำข้อมูลเกี่ยวกับไม้ไปตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) ซึ่งเป็นเรื่องราวที่ไม่คุ้นเคยควรเพิ่มเติมข้อมูลให้เหมาะสมเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์

3. ควรตรวจสอบจำนวน หรือข้อมูลที่น่ามาใช้ว่าถูกต้องหรือไม่ เช่น ในกิจกรรมที่ 15 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) จำนวนที่ให้มาในแผนภาพมีผลรวมไม่เท่ากับจำนวนที่กำหนดมาในตอนต้น

ตอนที่ 2 การทดลองหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย

ในการทดลองหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยใช้นักศึกษา จำนวน 6 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มที่ได้จากการหาประสิทธิภาพรายบุคคล ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน โดยให้นักศึกษาลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาในแต่ละกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล และนำคะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคลครั้งที่ 1 – 3 และคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยคิดค่า E_1 เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักศึกษาได้จากกิจกรรมรายบุคคลระหว่างเรียน จำนวน 3 ครั้ง และ E_2 เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักศึกษาได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์หลังเรียน โดยมีเกณฑ์การตัดสิน E_1/E_2 เป็น 60/60 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 18

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่มย่อยของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต สำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

E_1	E_2	E_1/E_2
65.25	64.04	65.25/64.04

จากตาราง 18 พบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 65.25/64.04 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 60/60 แสดงว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 60/60 ผลจากการทดลองหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่มย่อย มีข้อค้นพบในการปรับปรุง ดังนี้

2.1 ช่วงที่ 1 (กิจกรรมการเรียนรู้ 1 - 6) นักศึกษาได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลที่ใช้ในสถานการณ์ปัญหา เนื่องจากนักศึกษายังไม่เข้าใจกระบวนการตั้งปัญหา จึงยังไม่เข้าใจว่าต้องนำข้อมูลที่กำหนดให้มาใช้ทั้งหมดหรือบางส่วน ผู้วิจัยจึงเพิ่มเวลาในช่วงที่ 1-2 มากขึ้นเพื่อให้ นักศึกษามีเวลาในการซักถามข้อสงสัย สร้างความคุ้นเคยเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการตั้งปัญหาของซิลเวอร์ อีกทั้งในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหา ใช้เวลามาก ผู้วิจัยจึงปรับการแนวทางในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาจากให้นักศึกษาทุกคนออกมานำเสนอเป็นการเลือกนักศึกษาที่มีแนวคิดแตกต่างออกมานำเสนอแทน คาบเรียนที่ 3 - 4

2.2 ช่วงที่ 2 (กิจกรรมการเรียนรู้ 7 - 12) นักศึกษาได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับเวลา และการเปิดโอกาสให้นักศึกษาสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมที่ตนเองสนใจมาใช้ประกอบการตั้งปัญหาได้ ซึ่งผู้วิจัยได้เพิ่มระยะเวลาในการหาข้อมูลเพิ่มเติมในการตั้งปัญหาและการเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ซักถามเกี่ยวกับแนวคิดของนักศึกษาที่แตกต่างจากของตนเอง นอกจากนั้นได้เสนอให้ผู้สอนได้เพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้นักศึกษาใช้เป็นแนวคิดในการสร้างสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างจากสถานการณ์ปัญหาเดิม ตลอดจนปรับเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณิกและจำนวนผลเฉลยในกิจกรรมรายบุคคล ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับแนวคิดในการตั้งปัญหาในช่วงที่ 2 คาบเรียนที่ 7 - 10

2.3 ช่วงที่ 3 (กิจกรรมการเรียนรู้ 13 - 18) นักศึกษาได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับความหลากหลายของข้อมูลที่กำหนดให้ และการจัดลำดับของข้อมูลจากเรื่องใกล้ตัวไปยังเรื่องไกลตัว ในช่วงที่ 3 โดยผู้วิจัยเรียงลำดับกิจกรรมใหม่ให้เหมาะสม และการใช้คำถามกระตุ้นแนวคิดในการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาของนักศึกษาเพื่อช่วยให้นักศึกษาสามารถแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหา/ตั้งปัญหา ได้หลากหลายมากขึ้น ตลอดจนปรับเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณิก

คาบเรียนที่ 17 – 18 ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับแนวคิดในการตั้งปัญหาในช่วงที่ 3 คาบเรียนที่ 13 – 16

ตอนที่ 3 การทดลองหาประสิทธิภาพภาคสนาม

ในการทดลองหาประสิทธิภาพภาคสนาม เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยอีกครั้ง ผู้วิจัยใช้นักศึกษา จำนวน 12 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองรายบุคคลและกลุ่มย่อย โดยผู้วิจัยให้นักศึกษาลงมือแก้ปัญหาและตั้งปัญหาในแต่ละกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล และนำคะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคลครั้งที่ 1 – 3 และคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยคิดค่า E_1 เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักศึกษาได้จากกิจกรรมรายบุคคลระหว่างเรียนจำนวน 3 ครั้ง และ E_2 เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักศึกษาได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์หลังเรียน โดยมีเกณฑ์การตัดสิน E_1/E_2 เป็น 60/60 เช่นเดียวกับการหาประสิทธิภาพรายกลุ่มย่อย ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 19

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพภาคสนามของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

E_1	E_2	E_1/E_2
67.54	66.82	67.54/66.82

จากตาราง 19 พบว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 67.54/66.82 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 60/60 แสดงว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 60/60 ผลจากการทดลองหาประสิทธิภาพเป็นกลุ่มย่อย มีข้อค้นพบในการปรับปรุง ดังนี้

3.1 ช่วงที่ 1 (กิจกรรมการเรียนรู้ 1 - 4) นักศึกษาได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยควรให้คำแนะนำหรือคำถามกระตุ้น และการสรุปความรู้ที่ได้ว่า

นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร โดยผู้วิจัยปรับความเหมาะสมของภาษา และข้อความ กระตุ้นในแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีโอกาสได้แลกเปลี่ยนแนวคิดในการ ตั้งปัญหา

3.2 ช่วงที่ 2 (กิจกรรมการเรียนรู้ 6 – 9) นักศึกษาได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการ นำเสนอผลการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาในขั้นตอนที่ 1 ควรให้นักศึกษาออกมานำเสนอผลการ แก้ปัญหาและตั้งปัญหาในลักษณะเดียวกันเพียงครั้งเดียว เพื่อประหยัดเวลาและมีเวลามากขึ้นใน การแลกเปลี่ยนยุทธวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งนักศึกษาสามารถเรียนรู้ยุทธวิธีการจากการนำเสนอของเพื่อน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ต่อไป และให้เพิ่มเวลาในการนำเสนอการตั้งปัญหาในขั้นตอนที่ 2 เพราะจะช่วยให้นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนแนวคิด ขั้นตอน ในการตั้งปัญหาของนักศึกษาเพื่อใช้ในการ ตั้งปัญหาอื่น ๆ ต่อไปได้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยได้นำข้อคิดเห็นดังกล่าวไปขยายเวลาในการ นำเสนอเพื่อให้ทุกคนได้มีโอกาสนำเสนอแนวคิดผลการตั้งปัญหาและแก้ปัญหาในขั้นตอนที่ 2 ของ ตนเองมากขึ้น

3.3 ช่วงที่ 3 (กิจกรรมการเรียนรู้ 11 – 14) นักศึกษาได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการ เลือกข้อมูลมาใช้ในการตั้งปัญหา ควรเป็นบริบทที่หลากหลายเพื่อสร้างความคุ้นเคยและความ เชี่ยวชาญในการนำข้อมูล/สถานการณ์ที่กำหนดให้มาตั้งปัญหา ทั้งนี้ควรให้โอกาสนักศึกษาได้ สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาสนับสนุนแนวคิดที่ตนเองใช้ในการตั้งปัญหาเพื่อ ช่วยให้เห็นสถานการณ์ปัญหาที่ตั้งขึ้นน่าสนใจและหลากหลาย

ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาคูคณิตศาสตร์

ในการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง กับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาคูคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมา วิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และตอนที่ 2 พฤติกรรมในการตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคู คณิตศาสตร์

1.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการวิเคราะห์ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ จำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาคูคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำคะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคลครั้งที่

1 – 3 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 20

ตาราง 20 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบใบกิจกรรมรายบุคคลครั้งที่ 1 – 3 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

แหล่งที่มาของคะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
1. ใบกิจกรรมรายบุคคล	60	38.86	64.77	4.20
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	40	26.84	67.11	4.67
รวม	100	65.70	65.94	8.28

จากตาราง 20 พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคลเท่ากับ 38.86 คิดเป็นร้อยละ 64.77 ของคะแนนเต็ม โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.20 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 26.84 คิดเป็นร้อยละ 67.11 ของคะแนนเต็ม โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.67 ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคลและแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 65.70 คิดเป็นร้อยละ 65.94 ของคะแนนเต็ม โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.28

1.2 การทดสอบสมมติฐานการวิจัย

เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต มีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด ผู้วิจัยได้รวมคะแนนจากใบ

กิจกรรมรายบุคคลและคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วหาจำนวนนักศึกษาที่มีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม หลังจากนั้นทำการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดัง ตาราง 21

ตาราง 21 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย	จำนวน นักศึกษา (คน)	จำนวนนักศึกษาที่มีความ ความสามารถในการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ)	P-Value
กลุ่มเป้าหมาย ที่ใช้ในการทดลอง	32	27 (84.38)	0.0028*

*ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตาราง 21 พบว่า นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต มีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตอนที่ 2 พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 2 คน ได้ร่วมกันวิเคราะห์ (1) ผลงานเขียนของกลุ่มเป้าหมายในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (2) ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาเป้าหมายขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) ผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักศึกษาเป้าหมายเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกล้องวิดีโอในการบันทึกรายละเอียดของการลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

สำหรับพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) ผู้วิจัยพิจารณาการแสดงออกของนักศึกษาในด้านต่าง ๆ ดังนี้ (1) ด้านบริบทของปัญหา (Context) (2) ด้านภาษา (Language) (3) ด้านปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable) (4) ด้านยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies) และ (5) ด้านความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability)

การนำเสนอผลการวิเคราะห์พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผู้วิจัยอธิบายพฤติกรรมของนักศึกษาทั้งชั้นเรียน และนักศึกษาเป้าหมายจำนวน 4 คน ซึ่งได้แก่ เมฆา ธารา วายุ บุนหา (นามสมมติ) โดยที่เมฆาเป็นนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความมั่นใจในตนเอง มีความพยายามที่จะเรียนรู้ ชอบซักถามและอธิบายแนวคิดต่าง ๆ ให้เพื่อน ๆ ฟัง ในขณะที่เดียวกันก็เป็นผู้ฟังที่ดี ธาราและวายุเป็นนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง มีความมั่นใจในตนเอง ชอบซักถามและพูดคุยกับเพื่อน เป็นผู้ฟังที่ดี ส่วนบุนหาเป็นนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เป็นผู้ฟังที่ดี และมีความตั้งใจในการทำงาน

เพื่ออธิบายพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต ผู้วิจัยแบ่งกิจกรรมการเรียนการสอนออกเป็น 3 ช่วง ดังนี้

ช่วงที่ 1	คาบเรียนที่ 1 – 6
ช่วงที่ 2	คาบเรียนที่ 7 - 12
ช่วงที่ 3	คาบเรียนที่ 13 - 18

ในแต่ละช่วงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่นักศึกษามีพฤติกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่**เด่นชัด** มาอธิบายรายละเอียดของพฤติกรรมของนักศึกษาดังนี้

ช่วงที่ 1 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่ 3 และคาบเรียนที่ 4 มาอธิบายว่าพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นว่ามีลักษณะอย่างไรบ้าง

ช่วงที่ 2 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่ 9 และคาบเรียนที่ 10 มาอธิบายว่าพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ปัญหามีอะไรบางอย่างที่เปลี่ยนแปลง และเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

ช่วงที่ 3 ผู้วิจัยเลือกคาบเรียนที่ 13 และคาบเรียนที่ 16 มาอธิบายว่าพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่ามีอะไรบางอย่างที่เปลี่ยนแปลงในช่วงที่ 2 และยังคงแสดงอยู่อย่างสม่ำเสมอในช่วงที่ 3

รายละเอียดของพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวน และพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต มีดังนี้

2.1 ด้านบริบทของปัญหา (Context)

ในการศึกษาด้านบริบทของปัญหา (Context) ที่นักศึกษาตั้งขึ้น ผู้วิจัยพิจารณาบริบทของปัญหาจากการตั้งสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับบริบทหนึ่ง ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่สถานการณ์ปัญหานั้นตั้งอยู่ มี 4 บริบท ประกอบด้วย บริบทส่วนตัว (Personal Context) บริบททางงานอาชีพ (Occupational Context) บริบททางสังคม (Societal Context) และบริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหามathematics ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์เป็นบริบทที่แตกต่างจากบริบทเดิมชัดเจนมากขึ้น (2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์ปัญหาอยู่ในบริบททางงานอาชีพซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหามathematics ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์เป็นบริบทที่แตกต่างจากบริบทเดิมชัดเจนมากขึ้น

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 3 เมื่อนักศึกษาได้รับใบกิจกรรม “ซานมไข่มุก” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหายุ่งเกี่ยวกับการส่งเสริมการขายซานมไข่มุกโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตซึ่งเป็นบริบททางงานอาชีพแล้วให้นักศึกษานำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวไปสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ในบริบทที่ต่างไปจากเดิม นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย นุหงา ธาวา วายุ และเมฆา ทำการตั้งปัญหาใหม่โดยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขเพียงเล็กน้อย และสร้างคำถามโดยการเลียนแบบสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้โดยบริบทยังคงเป็นบริบททางงานอาชีพเช่นเดิม ดังภาพประกอบ 20 – 23

หลังเหตุการณ์ซื้อขนมไปแจกเลี้ยงน้องปี 1 จำนวน 43 คน โดยให้คนละ 1 แก้ว ซึ่งมีร้านขนมอยู่ 2 ร้าน ได้แก่ ร้านป่าเต๋อ และร้านพี่ส้ม โดยทั้งสองร้านมีโปรโมชั่นดังนี้	
ร้านป่าเต๋อ ขนมไม่ตกตะกั่วแก้วละ "25" บาท ถ้าซื้อครบ 30 บาท กันตกฟรี 1 ถ้วย สะสมครบ 10 ถ้วย แลกกับขนมไม่ตกตะกั่วฟรีแก้ว Free	ร้านพี่ส้ม ขนมไม่ตกตะกั่วแก้วละ "30" บาท ถ้าซื้อครบ 100 บาท มีส่วนลดให้ 10 % ซื้อมากกว่า 200 บาท มีส่วนลดให้ 20 % On sale
หากใครเลือกซื้อขนมไปแจกน้องปี 1 ละจะซื้ออย่างไหนดี	

ภาพประกอบ 23 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเลียนแบบสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้แล้วเพิ่มเงื่อนไขของเมฆา

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 9 เมื่อนักศึกษาได้รับใบกิจกรรม “เรด” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนของนอแรด ซึ่งเป็นบริบทวิทยาศาสตร์แล้วให้นักศึกษานำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวไปสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ในบริบทที่ต่างไปจากเดิม นักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา วายุ และเมฆา ตั้งปัญหาโดยการเพิ่มเงื่อนไข ดังภาพประกอบ 24-26 ในขณะที่นักศึกษาเป้าหมาย ธาธา ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์เป็นบริบทที่แตกต่างจากบริบทเดิมแต่ไม่ชัดเจนของ ดังภาพประกอบ 27 แต่มีนักศึกษาที่ไม่ใช่ นักศึกษาเป้าหมาย ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์เดิมจากวิทยาศาสตร์เป็นบริบทส่วนตัวได้อย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 28

หลังจากนั้นได้นำบทเรียนที่ได้ทำได้อธิบายเพิ่มเติมอีกสองข้อ นั่นคือ แรดขาว และแรดสีน้ำตาล แล้วได้สรุปว่า แรดขาวมี 5 ชนิด แรดสีน้ำตาลมี 2 ชนิด และ 2 ชนิดนี้รวมกันแล้วได้ 7 ชนิด ทั้งหมด 15 ชนิด ยกเว้นทั้งแรดสีน้ำตาลและแรดขาว

ภาพประกอบ 24 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเลียนแบบสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ แล้วเพิ่มเงื่อนไขของบุนหา

โดยนับสวดเกี่ยวกับแร่ สัตว์น้ำแดน ๑ ชนิดของแร่ที่พบในน้ำจืดนั้น
มีเพียง ๕ ชนิด เท่านั้น แร่ แร่ทองคำในทวีปแอฟริกา ๒ ชนิด คือ
แร่ทองคำ และ แร่ทองคำ สีฟ้า ๒ ชนิด และพบในทวีปเอเชีย ๓ ชนิด คือ
แร่เงินเขียว แร่ทองคำ สีฟ้า ชนิดเดียว และ แร่ทองคำ สีฟ้า ๒ ชนิด
โดยในสารคดีน้ำแดนแร่ในทวีปต่างๆ ซึ่ง โดยนับได้นับผลผลิต
แร่ทองคำทั้งหมดได้ ๑๒ ชนิด อย่างไรก็ตามว่าทวีปนั้น แร่ทองคำ: ชนิด: สี: ที่

ภาพประกอบ 25 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเลียนแบบสถานการณ์ปัญหา
ที่กำหนดให้ แล้วเพิ่มเงื่อนไขของวายุ

ส่วนสัตว์น้ำหนึ่งมีจำนวนเงินสี่เท่าของจำนวนเรือ เมื่อนับหาสัตว์น้ำว่า ขาดมากกว่าเรือ
12 ข สัตว์น้ำสี่และหกอย่างละก็ตัว

ภาพประกอบ 26 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์
เป็นบริบทที่แตกต่างจากบริบทเดิมแต่ไม่ชัดเจนของถารา

ยจีนไม่เพียงส่วนสัตว์น้ำหนึ่งสี่เท่าไม่เพียงส่วน สัตว์น้ำสองส่วน สัตว์น้ำมีเรืออยู่
๓ ชนิด ได้แก่ แร่ทองคำ แร่ทองคำ และแร่เงินเขียว ซึ่งอยู่ในทวีปเอเชีย และ
สังเกตเห็นว่าแร่ทองคำอยู่ทวีปอเมริกา มี ๓๐๐๐๐ บาท มี ๓๐๐๐๐ บาท จึงได้ทำ
การนับจำนวน ๓๐๐๐๐ บาท มีทวีปอเมริกา ได้ทั้งหมด ๕๕ บาท ผู้จีน สัตว์
เกี่ยวกับแร่ทองคำและแร่ทองคำ จำนวนที่นับว่า แร่ทองคำ ๓๐๐๐๐ บาท
แร่เงินเขียว มี ๓๐๐๐๐ บาท และส่วนสัตว์น้ำสี่เท่า สัตว์น้ำสองส่วนมากกว่าจำนวนแร่เงินเขียว
และ จำนวนแร่เงินเขียวมากกว่าแร่ทองคำ โดยคำนวณจากจำนวนแร่ทองคำกับแร่เงินเขียว
เกี่ยวกับ ความต่างของจำนวนแร่เงินเขียวกับแร่ทองคำ อย่างไรก็ตามว่า สัตว์น้ำหนึ่ง
มีแร่ทองคำสี่ตัว

ภาพประกอบ 27 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเลียนแบบสถานการณ์ปัญหา
ที่กำหนดให้ แล้วเพิ่มเงื่อนไขของเมฆา

ร้านขาย ปลาแห้ง กุ้งแห้ง ตัวยกร้างปากแห้ง 1.5 กิโลกรัม จำนวน 9 ทำให้ลูกค้าเดินดูกัน
ร้านขายปลาแห้ง ตัวยกร้างปากแห้ง 1.5 กิโลกรัม จำนวน 9 ทำให้ลูกค้าเดินดูกัน

ภาพประกอบ 30 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบท
เพียงบางส่วนของปัญหา

ร้านขายปลาแห้ง กุ้งแห้ง ตัวยกร้างปากแห้ง 1.5 กิโลกรัม จำนวน 9 ทำให้ลูกค้าเดินดูกัน
2 ชิ้น 35 บาท ค่าส่ง Ems 10 ชิ้น 7 บาท
ค่าส่ง Kerry 25 ชิ้น 20 บาท
ถ้าซื้อปลาแห้ง กุ้งแห้ง ตัวยกร้างปากแห้ง 200 ชิ้น ควรใช้วิธีใดจึงจะประหยัด

ภาพประกอบ 31 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบท
เพียงบางส่วนของอัตรา

ชื่อ: เติมนกมาเรียนในประเภทไทย ตอนที่ได้ผลในจังหวัดสมุทรสาคร และ: ชื่อของนกที่นกมาเรียนไปจังหวัดนนทบุรี และชื่อของนกที่นกมาเรียนไปจังหวัดสมุทรสาคร ค่าเงินของนกที่นกมาเรียนไปจังหวัดนนทบุรี: นกมาเรียนไปจังหวัดนนทบุรี: นกมาเรียนไปจังหวัดสมุทรสาคร โดย: นกมาเรียนไปจังหวัดนนทบุรี: นกมาเรียนไปจังหวัดสมุทรสาคร อัตราค่าเงินของนกมาเรียนไปจังหวัดนนทบุรี: นกมาเรียนไปจังหวัดสมุทรสาคร		
	นนทบุรี ↔ นนทบุรี	187
	นนทบุรี ↔ นนทบุรี	435
	นนทบุรี ↔ นนทบุรี	580
	นนทบุรี ↔ นนทบุรี	205
	นนทบุรี ↔ นนทบุรี	125
	นนทบุรี ↔ นนทบุรี	272
	นนทบุรี ↔ นนทบุรี	157
	นนทบุรี ↔ นนทบุรี	136
	นนทบุรี ↔ นนทบุรี	189
	นนทบุรี ↔ นนทบุรี	129

ภาพประกอบ 32 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบทของ
สถานการณ์ปัญหาเป็นบริบทที่แตกต่างจากเดิมได้ชัดเจนของวายุ

อัตราค่าใช้วิทยากรและวัสดุ วิชาของสงฆ์แบบใหม่	
10 นาที	10 บาท
20 นาที	30 บาท
30 นาที	40 บาท
40 นาที	50 บาท
50 นาที	60 บาท
หากคิดค่าสอนอีก 100 บาท ค่าสอน 100 บาท วัสดุ 1 บาท	
โดย ค่าวิทยากร 10 บาท ค่าวัสดุ 10 บาท ค่าสอน 10 บาท ค่าวัสดุ 1 บาท ค่าสอน 1 บาท	
ถ้าคิดค่าสอน 10 บาท ค่าวัสดุ 10 บาท ค่าสอน 10 บาท ค่าวัสดุ 1 บาท ค่าสอน 1 บาท	
ถ้าคิดค่าสอน 10 บาท ค่าวัสดุ 10 บาท ค่าสอน 10 บาท ค่าวัสดุ 1 บาท ค่าสอน 1 บาท	

ภาพประกอบ 33 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์
ปัญหาเป็นบริบทที่แตกต่างจากเดิมได้ชัดเจนของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) โดยการเลียนแบบสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาล้วนแล้วแนวคิดในการแก้ปัญหาก็ไปตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นใหม่ทำให้นักศึกษาสามารถตั้งปัญหาในบริบทที่แตกต่างไปจากเดิมได้ชัดเจนมากขึ้น โดยนักศึกษายังคงแสดงพฤติกรรมดังกล่าวอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งในช่วงที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักศึกษากลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คน พบว่า นักศึกษาสามารถตั้งปัญหาในบริบทที่แตกต่างไปจากเดิมได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นเพราะนักศึกษายกย่องเพิ่มเติมเงื่อนไขให้ดูซับซ้อนขึ้น หรือพยายามคิดวิธีการและกระบวนการที่แตกต่างออกไปจากเดิมในการตั้งปัญหาใหม่ หรือนำเงื่อนไขของสถานการณ์มาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาแล้วดำเนินการหาคำตอบเพื่อนำมาตรวจสอบว่าเป็นไปตามปัญหาที่ตั้งไว้หรือไม่ หลังจากนั้นจะนำกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวมาใช้ในการตั้งปัญหาใหม่อีกครั้ง และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเมื่อมีการแลกเปลี่ยนผลการตั้งปัญหาของตนเองภายในกลุ่มนักศึกษาจะตั้งใจรับฟังแนวคิดของผู้อื่นอย่างตั้งใจ เมื่อนำเสนองานนักศึกษาจะเห็นผลการตั้งปัญหาที่แตกต่างกันเป็นการช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้นักศึกษาสามารถตั้งปัญหาใหม่ในบริบทที่แตกต่างไปจากเดิมได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

(2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์ปัญหาอยู่ในบริบททางการทำงานอาชีพ

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 4 ใบกิจกรรม “มั่งคุดคั๊ด” เป็นใบกิจกรรมที่กำหนดข้อมูล/เรื่องราวเกี่ยวกับมั่งคุดคั๊ดแล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา ธารา วายุ และเมฆา ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในบริบททางการทำงานอาชีพ (Occupational Context) ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับการทำงานในโลกชีวิตจริง ดังภาพประกอบ 34-37

ร้านตัดผมหนึ่ง คบ รับตัดผม ตีรถอรรถฯ ซึ่งมั่งคุดคั๊ดมีราคาสูงที่สุดคือ ตีรถอรรถฯ 10 กิโลกรัม ซึ่งมีได้ 10% ผล ซึ่งมั่งคุดคั๊ดมีได้ 20 บาท ถ้าตัดผม ตีรถอรรถฯ ซึ่งมั่งคุดคั๊ด 10 กิโลกรัม ซึ่งมั่งคุดคั๊ดมีได้ 80 บาท และในตอนที่ผมตัดผมก็ได้อีก 10 บาท

ภาพประกอบ 34 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
เกี่ยวกับ “มั่งคุดคั๊ด” ของบุนหา

บ้านผมทำมั่งคุดคั๊ดเส้นไม้ขาย ไม้ละ 4 ลูก ทั้งหมด 30 ไม้ โดยบ้านผมในราคา ไม้ละ 15 บาท ซึ่งมั่งคุดคั๊ดราคาโลกมีละ 20 บาท 1 กิโลกรัมได้มั่งคุด 10 ลูก ถ้าบ้านผม ไหนก็เรียนว่าบ้านผมคิดค่า บ้านผมจะได้กำไรหรือขาดทุนเท่าไร
--

ภาพประกอบ 35 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
เกี่ยวกับ “มั่งคุดคั๊ด” ของธารา

พ่อค้าคนกลางได้เงินทองไปคือพ่อค้าคนกลางที่มั่งคุดคั๊ดได้ส่งผ่านไปบ้าน ส่งมั่งคุดคั๊ดส่งไปบ้านมั่งคุดคั๊ดกว่า 10 บาท ได้มั่งคุดคั๊ดส่งมั่งคุดคั๊ด 30 วัน ก็จะได้เงิน 70% พ่อค้าคนกลางที่มั่งคุดคั๊ดส่งมั่งคุดคั๊ดไปบ้าน 2 เดือน จึงพ่อค้าคนกลาง ได้เงิน 100 บาท 1 ปี ได้มั่งคุดคั๊ดส่งมั่งคุดคั๊ด 20 บาท ผมถามว่า พ่อค้าคนกลางที่มั่งคุดคั๊ดส่งมั่งคุดคั๊ดไปบ้าน และเมื่อผมได้ 10 บาททั้งหมด เท่าไร

ภาพประกอบ 36 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
เกี่ยวกับ “มั่งคุดคั๊ด” ของวายุ

นาฬิกาปลุก 3 เรือน เรือนแรกปลุกทุกๆ 15 นาที เรือนที่สองปลุกทุกๆ 30 นาที
เรือนที่ 3 ปลุกทุกๆ 45 นาที จำนวนนาฬิกาที่สามเรือนปลุกพร้อมกันเวลา 09.00 น. อีกนานเท่าไร
นาฬิกาจะปลุกพร้อมกันอีกครั้ง และเป็นเวลาเท่าไร

ภาพประกอบ 41 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
เกี่ยวกับ “จักจั่น” ของธรรมา

นาฬิกาสองเรือนพร้อมจักจั่นตวงน้ำ 16-year cicada จักจั่น 31 ตัว และไข่
ตวง 16 ปี ไข่ 1 เดือนที่ผ่านมา 0 นาทีแรกน้ำตวงนี้จักจั่นของนาฬิกาที่มีแรงจูงใจ
ถ้าใน 31 ตัว เป็น 10 ตัว 15 ตัว และ 10 ตัวของน้ำที่ตวงแล้ว 500 ตัว และไข่ได้ก็บอก
ถ้าเราได้อีก 10 ตัว 15 ตัว

ภาพประกอบ 42 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
เกี่ยวกับ “จักจั่น” ของนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย

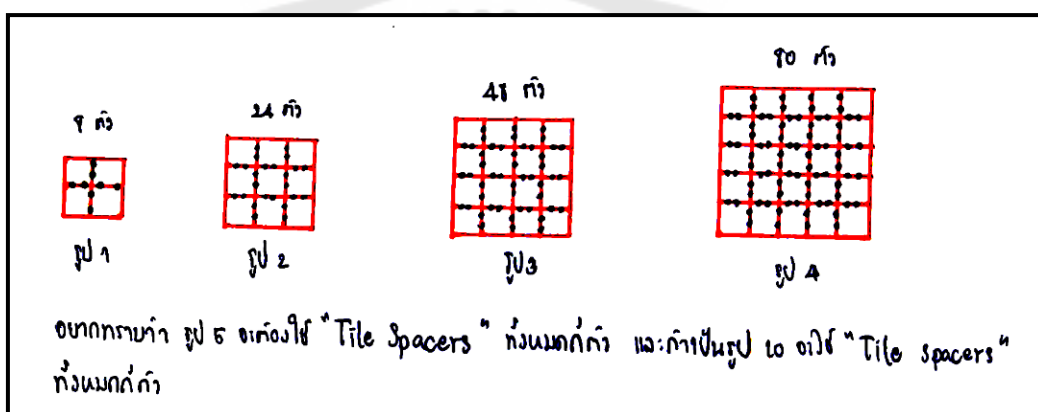
เมื่อวันที่ 7 ก.พ. พบบ้านกวางออกบูชาน้ำร้อนของจักจั่น ฟองทองเนื้อนุ่มๆ เปรี้ยวจืด
น้ำมาทอนร่างกายได้ประกอบอาหาร ซึ่งมีน้ำหนักตัว 1-2 บาท และกิโลกรัม 3,000 บาท
และกิโลกรัมของจักจั่นมาทอนขาย 0.1 กิโลกรัม กิโลกรัม 3,500 บาท (และราคา 3.5 บาท/กรัม)
กำหนดไปซื้อจักจั่นจากชาวบ้านมา 3 กิโลกรัม มาทอนขาย ซึ่งเนื้อมันจืดจืดกึ่งนม
2 กิโลกรัม กับอีก 750 กรัม รวมเนื้อมันได้ก็ทำฟองทองจากการขายจักจั่นทอดกึ่งนมกับน้ำ

ภาพประกอบ 43 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
เกี่ยวกับ “จักจั่น” ของนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 16 เมื่อนักศึกษาได้รับ
ใบกิจกรรม “การปูพื้น” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการปู
กระเบื้องโดยใช้อุปกรณ์จัดร่องยาแนวกระเบื้องที่เรียกว่า “Tile Spacers” เป็นอุปกรณ์ที่ช่วย
อำนวยความสะดวกในการปูกระเบื้องช่วยให้ช่างสามารถเว้นระยะห่างของร่องยาแนวได้เนตรง
และเป็นระเบียบสวยงามแล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

กำหนดการปูกระเบื้องบนพื้นที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 11 เมตร
ด้านยาวด้านหนึ่ง และกำหนดด้านกว้าง โดยเลือกปูกระเบื้องที่มีลักษณะเป็น
สี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งในการปูกระเบื้อง จะต้องใช้ Tile Spacers เพื่อช่องในกระ
เบื้องแต่ละแผ่นเป็นไปตามอัตราที่กำหนด โดยวาง Tile Spacers จะห่างแต่ละแผ่น 6 เมตร
2 นิ้ว จงบอกทราบว่าถ้าจะมีกี่ตัวรวมกันเป็นลักษณะที่กำหนด จะต้องใช้ Tile Spacers
กี่ตัว

ภาพประกอบ 47 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
เกี่ยวกับ “การปูพื้น” ของเมฆา



ภาพประกอบ 48 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
เกี่ยวกับ “การปูพื้น” ของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษาเป้าหมาย

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักศึกษา
ส่วนใหญ่ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation)
นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์ปัญหาอยู่ในบริบททางงานอาชีพ (Occupational
Context) ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นใหม่จาก
ข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้แล้วทำให้นักศึกษาสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในบริบท
ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) บริบทส่วนตัว (Personal Context) และบริบททางงาน
อาชีพ (Occupational Context) แม้ว่าลักษณะของข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้จะเป็นหัวข้อ
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักศึกษาส่วนใหญ่ยังคงแสดงพฤติกรรมการตั้งปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบริบททางงานอาชีพ (Occupational Context) ในช่วงที่ 3

ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักศึกษาเป้าหมายทั้ง 4 คน พบว่า เมื่อให้ศึกษาข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ นักศึกษาจะใช้วิธีการเลือกสถานการณ์ที่มาจากชีวิตประจำวันจริง ๆ มาจากชีวิตปัจจุบันที่เป็นอยู่โดยการเลือกสิ่งที่อยู่ใกล้ ๆ ตัว สิ่งที่อยู่ในชุมชน ในหมู่บ้านและในจังหวัดของตัวเองมาตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และบางครั้งจะใช้ข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้เพียงบางส่วนเท่านั้นในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้เพียงข้อมูลที่ตนเองคิดว่าจำเป็นและสอดคล้องกับบริบทของปัญหาที่จะตั้งขึ้น ดังนั้นปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่วนมากที่ตั้งขึ้นจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ นั้นจะเกี่ยวข้องกับการทำงานในโลกชีวิตจริงซึ่งเป็นบริบททางงานอาชีพ (Occupational Context) เป็นส่วนมาก

2.2 ภาษา (Language)

ในการศึกษาภาษา (Language) ที่ใช้ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาผู้วิจัยพิจารณาข้อความที่เป็นภาษาทางการในสถานการณ์ปัญหาแสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือเงื่อนไขที่แสดงแนวคิดทาง (2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ภาษาที่เป็นทางการสร้างสถานการณ์ปัญหาซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ภาษาที่เป็นทางการในสถานการณ์ปัญหา

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 3 กิจกรรม “ซานมไม่มูก” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการส่งเสริมการขายแล้วใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา ธาธา วายุ และเมฆา ทำการตั้งปัญหาใหม่โดยการเปลี่ยนข้อความในสถานการณ์ปัญหาก็กำหนดมาให้ก่อนหน้าทำให้สถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้นจากการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) ยังคงใช้ภาษาที่เป็นทางการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือเงื่อนไขที่แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาให้บุคคลอื่นเข้าใจตรงกัน ซึ่งมีนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายบางคนได้นำภาษาพูดมาใช้ปะปนกับภาษาเขียน สะกดคำผิด ย่อคำหรือตัดคำเป็นเพียงวลีทำให้ประโยคที่อ่านแล้วพอสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน ดังภาพประกอบ 49

2.2 จากสถานการณ์ข้างต้น ให้สร้างสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนด

อัตราส่วนเนื้อที่ ใน 1 เมตรยาว 35 เมตร ใน 1 เมตรยาว 4 เมตร 200 คนต่อตารางเมตร	อัตราส่วนเนื้อที่ ใน 1 เมตรยาว 35 เมตร ใน 1 เมตรยาว 4 เมตร 200 คนต่อตารางเมตร	อัตราส่วนเนื้อที่ ใน 1 เมตรยาว 35 เมตร ใน 1 เมตรยาว 4 เมตร 200 คนต่อตารางเมตร
--	--	--

นักศึกษาใช้การ
ย่อคำหรือตัดคำ
เช่น “โปร” มา
จาก “โปรโมชัน”
และ สะกดคำว่า
แพ็ก ไม่ถูกต้อง

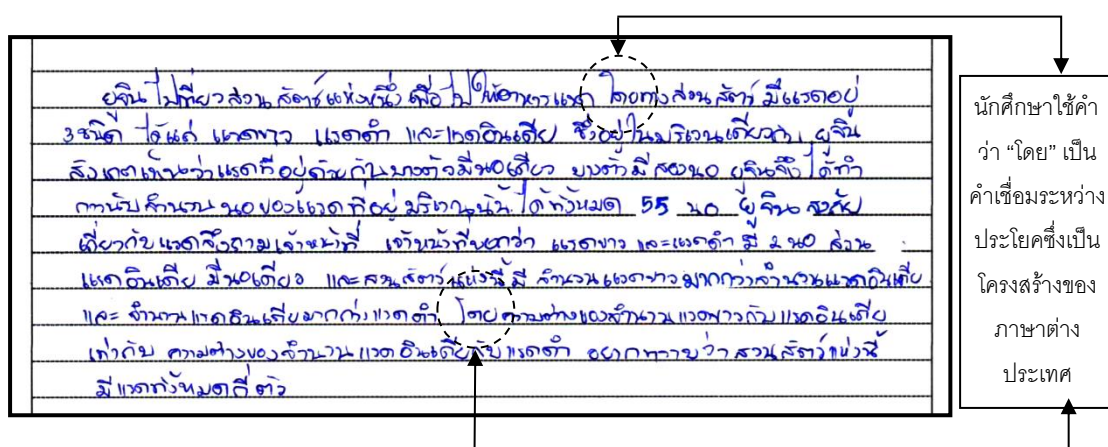
ภาพประกอบ 49 นักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมายใช้การตัดคำ และสะกดคำผิด

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 9 กิจกรรม “แรด” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแรดขาว แรดดำ แรดขาว แรดอินเดีย และแรดสุมาตราเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาจำนวนแรดที่สอดคล้องกับจำนวนของนอแรดที่กำหนดให้ นักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา ธารา วายุ และเมฆา ยังคงใช้ภาษาที่เป็นทางการ แต่ บุนหา ไม่ได้ใช้ประธานขึ้นต้นประโยค ไม่ได้ปรับการใช้ภาษาให้เหมาะสมกับการตั้งสถานการณ์ปัญหา ใช้การคัดลอกข้อความจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เพียงบางส่วน มาสร้างเป็นสถานการณ์ปัญหาเงื่อนไขที่กำหนดให้มาไม่สมบูรณ์ เช่น แรดแต่ละชนิดมีอย่างละกี่นอ ทำให้สถานการณ์ปัญหาที่ตั้งขึ้นเป็นข้อความที่กำกวม สื่อความไม่ชัดเจน ดังภาพประกอบที่ 50 ในขณะที่วายุเลือกใช้การตั้งคำถามที่เป็นคำถามปลายเปิดดังภาพประกอบที่ 25 และธาราดังสถานการณ์ปัญหาได้ชัดเจน กระชับรัด ไม่ซ้ำซ้อนดังภาพประกอบที่ 26 ส่วนเมฆาได้ตั้งคำถามที่มีความซับซ้อนมากขึ้นแต่มีการใช้คำว่า “โดย” ซึ่งเป็นโครงสร้างของภาษาต่างประเทศเข้ามาใช้ ดังภาพประกอบที่ 51

นักศึกษาคำว่า
“หลังจากนั้น”
ขึ้นต้น
ประโยคแทน
ประธาน

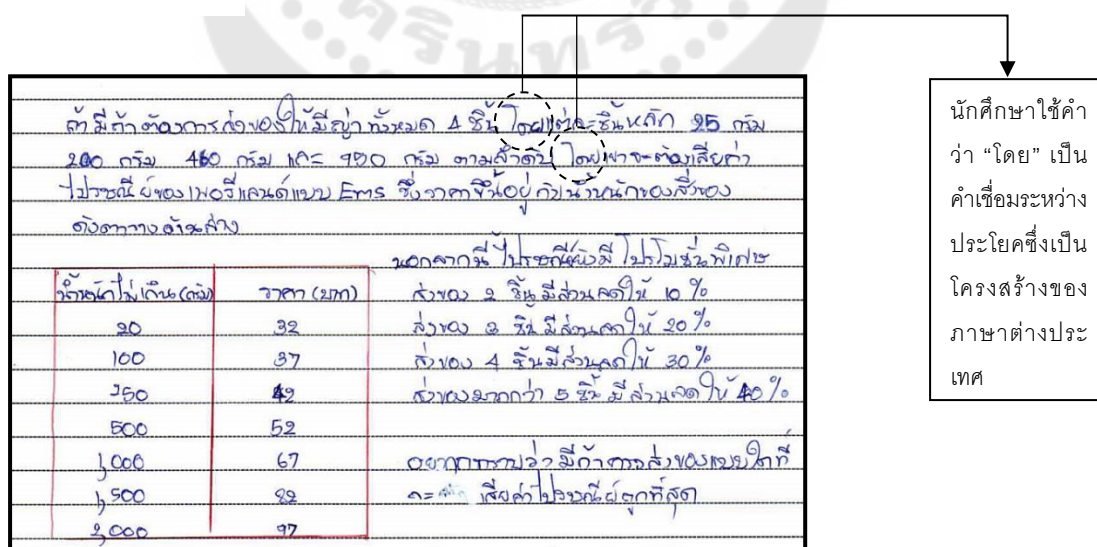
หลังจากนั้นได้พบว่ามีแรดดำ 15 ตัว และแรดขาว 10 ตัว รวมแล้วมีแรดทั้งหมด 25 ตัว	หลังจากนั้นได้พบว่ามีแรดดำ 15 ตัว และแรดขาว 10 ตัว รวมแล้วมีแรดทั้งหมด 25 ตัว	หลังจากนั้นได้พบว่ามีแรดดำ 15 ตัว และแรดขาว 10 ตัว รวมแล้วมีแรดทั้งหมด 25 ตัว
---	---	---

ภาพประกอบ 50 การตั้งสถานการณ์ปัญหาที่ไม่ได้ใช้ประธานขึ้นต้นประโยค และไม่ได้ปรับการใช้ภาษาให้เหมาะสมกับการตั้งสถานการณ์ปัญหาของบุนหา



ภาพประกอบ 51 การตั้งสถานการณ์ปัญหาที่มีการใช้คำว่า “โดย” ซึ่งเป็นโครงสร้างของภาษาต่างประเทศของเมฆา

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 13 กิจกรรม “โปรษณีย์” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณค่าขนส่งสินค้าซึ่งนักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย นุหงา ธารา วายุ และเมฆา ยังคงใช้ภาษาที่เป็นทางการในการสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ แต่นักศึกษาส่วนใหญ่ยังเรียบเรียงประโยคไม่สละสลวย เขียนผิด ใช้โครงสร้างของภาษาต่างประเทศ และใช้คำเชื่อมซ้ำซ้อนทำให้สถานการณ์ปัญหาไม่กระชับ ดังภาพที่ 52 และ 53

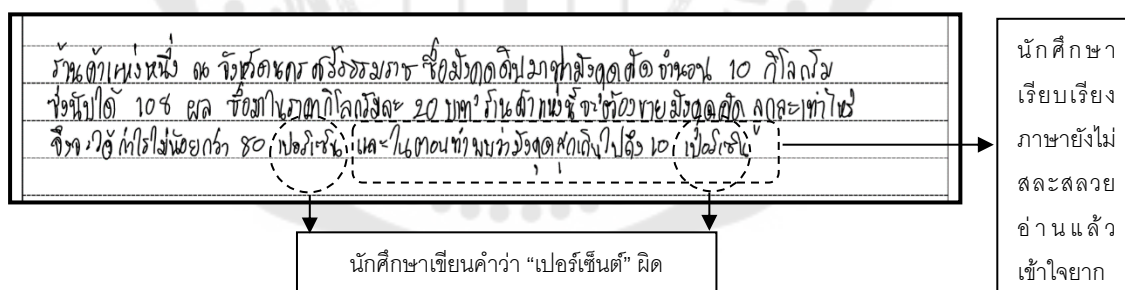


ภาพประกอบ 52 การตั้งสถานการณ์ปัญหาที่มีการใช้คำว่า “โดย” ซึ่งเป็นโครงสร้างของภาษาต่างประเทศของเมฆา

สื่อแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน กระทั่งมากยิ่งขึ้น ในการตั้งปัญหาใหม่และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเมื่อมีการแลกเปลี่ยนผลการตั้งปัญหาของตนเองภายในกลุ่มนักศึกษาจะตั้งใจรับฟังแนวคิดของผู้อื่นอย่างตั้งใจ เมื่อนำเสนองานนักศึกษาจะเห็นการเห็นทักษะการใช้ภาษาของเพื่อนแต่ละกลุ่ม และนำไปปรับใช้กับการตั้งสถานการณ์ปัญหาในครั้งต่อไป

(2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ภาษาที่เป็นทางการสร้างสถานการณ์ปัญหา

ช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 4 กิจกรรม “มั่งคุดคุด” เป็นกิจกรรมที่กำหนดข้อมูล/เรื่องราวเกี่ยวกับมั่งคุดคุดแล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา ธาวา วายุ และเมฆา ใช้ภาษาที่เป็นทางการในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังภาพประกอบ 34-37 แต่การเรียบเรียงภาษายังไม่สละสลวย อ่านแล้วเข้าใจยาก และนำโครงสร้างภาษาต่างประเทศมาใช้ เช่นคำว่า “โดย” รวมทั้งการใช้คำเชื่อมยังมีความซ้ำซ้อน ไม่กระชับ มีการใช้คำผิด ดังภาพประกอบ 54-55



ภาพประกอบ 54 การสะกดคำผิดและเรียบเรียงภาษายังไม่สละสลวย ที่อ่านแล้วเข้าใจยาก
ของบุนหา

ผลคำนวณค่าเงินบาทไปคือค่าเงินบาทที่คิดดอกเบี้ยให้สูงเกินไปกว่า สถานการณ์ของเงินบาทค่าเงินบาทที่คิดดอกเบี้ยให้สูงเกินไปกว่า 30 วัน ที่ 30: ได้แบบ 70% ทน: สถานการณ์ที่เงินบาทค่าเงินบาทที่คิดดอกเบี้ยให้สูงเกินไปกว่า 2 เดือน ซึ่งค่าเงินบาทได้คือค่าเงินบาทที่คิดดอกเบี้ยให้สูงเกินไปกว่า 20 บาท ผลการคำนวณว่าเงินบาทที่คิดดอกเบี้ยให้สูงเกินไปกว่า: และเงินบาทได้: ได้เงินบาท เท่า	นักศึกษาให้ ข้อมูลไม่ ครบถ้วนมา สร้าง สถานการณ์ ปัญหาทำให้ อ่านแล้วเข้าใจ ยาก
---	---

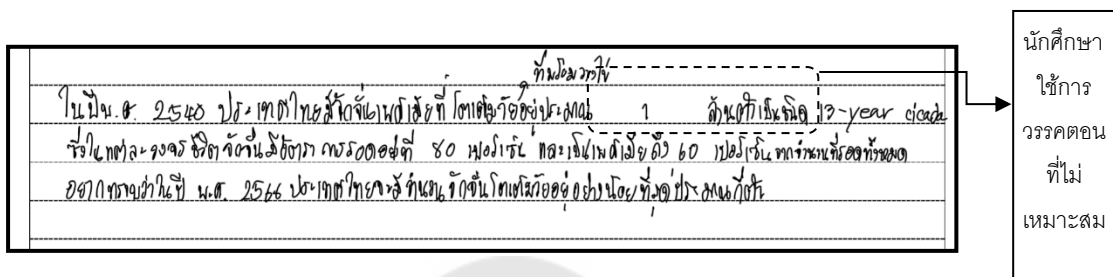
ภาพประกอบ 55 การให้ข้อมูลไม่ครบถ้วน คำถามที่ไม่ชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจยากของวายุ

กลุ่มแม่บ้านจังหวัดนครราชสีมาได้มีรูปผลิตภัณฑ์จากใบชาเป็น 2 รูป 2 แบบ 2 แบบ (สีน้ำตาล 1 และ 1 แบบสีน้ำตาล) (กลุ่มแม่บ้านจังหวัดนครราชสีมา) <table border="1"> <tr> <td> สีน้ำตาล สีน้ำตาล = 3 ลูก ราคาใบชา = 35 บาท ถ้าซื้อใบชา 15 ใบ รวมเงิน 1 1/2 </td> <td> สีน้ำตาล สีน้ำตาล = 1 ลูก ราคาใบชา = 99 บาท ถ้าซื้อ 1 ใบราคา 1,100 บาท </td> </tr> </table> ใบชาไม่เรียบ ราคาใบชา = 25 บาท ใบชาไม่เรียบ = 100 ใบ 100 ใบ = 10 บาท ใบชาไม่เรียบ ราคาใบชา = 25 บาท ใบชาไม่เรียบ = 100 ใบ 100 ใบ = 10 บาท ถ้าซื้อใบชาไม่เรียบ ราคาใบชา = 25 บาท ใบชาไม่เรียบ = 100 ใบ 100 ใบ = 10 บาท ใบชาไม่เรียบ ราคาใบชา = 25 บาท ใบชาไม่เรียบ = 100 ใบ 100 ใบ = 10 บาท ใบชาไม่เรียบ ราคาใบชา = 25 บาท ใบชาไม่เรียบ = 100 ใบ 100 ใบ = 10 บาท หมายเหตุ: ถ้าหากแม่บ้านจังหวัดนครราชสีมาได้มีรูปผลิตภัณฑ์จากใบชาเป็น 2 รูป 2 แบบ และถ้าหากแม่บ้านจังหวัดนครราชสีมาได้มีรูปผลิตภัณฑ์จากใบชาเป็น 2 รูป 2 แบบ	สีน้ำตาล สีน้ำตาล = 3 ลูก ราคาใบชา = 35 บาท ถ้าซื้อใบชา 15 ใบ รวมเงิน 1 1/2	สีน้ำตาล สีน้ำตาล = 1 ลูก ราคาใบชา = 99 บาท ถ้าซื้อ 1 ใบราคา 1,100 บาท	นักศึกษา เขียนคำว่า “บรรจุ” ผิด ทำให้ ความหมาย ไม่ตรงกับที่ ต้องการสื่อ นักศึกษาเรียบ เรียงภาษา ยัง ไม่สละสลวย อ่านแล้วจับ ใจความได้ไม่ สมบูรณ์ ทั้งให้ ข้อมูลมากเกินไป ความจำเป็น
สีน้ำตาล สีน้ำตาล = 3 ลูก ราคาใบชา = 35 บาท ถ้าซื้อใบชา 15 ใบ รวมเงิน 1 1/2	สีน้ำตาล สีน้ำตาล = 1 ลูก ราคาใบชา = 99 บาท ถ้าซื้อ 1 ใบราคา 1,100 บาท		

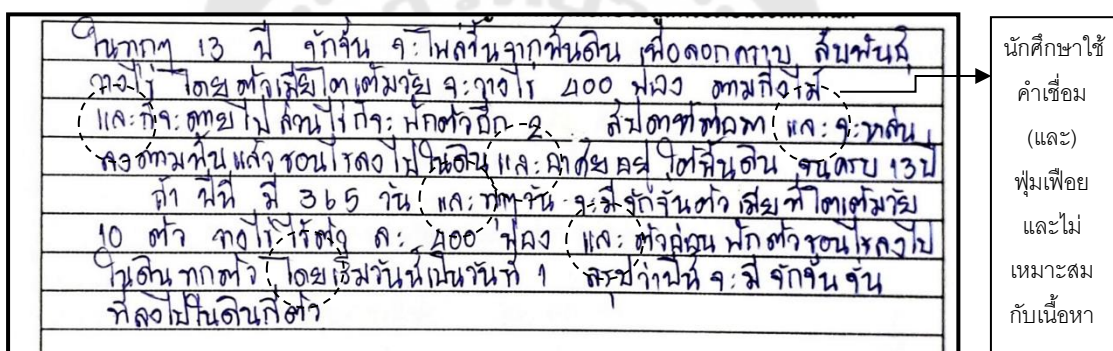
ภาพประกอบ 56 การสะกดคำผิดและเรียบเรียงภาษาอย่างไม่สละสลวย ที่อ่านแล้วเข้าใจยาก
 ของเมฆา

ช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 10 กิจกรรม “จักจั่น” เป็นใบกิจกรรมที่กำหนดข้อมูล/เรื่องราวเกี่ยวกับจักจั่นชนิดหนึ่งในแถบอเมริกาเหนือเรียกว่า periodical cicadas สายพันธุ์ 13-year cicada และ 17-year cicada อยู่ในบริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) แล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา วายุ และ

เมฆา ยังคงใช้ภาษาที่เป็นทางการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังภาพประกอบ 38-43 ในขณะที่บุหงาใช้การวรรคตอนที่ไม่เหมาะสม ส่วนวายุใช้คำเชื่อมฟุ่มเฟือยและไม่เหมาะสมกับเนื้อหา ดังภาพประกอบ 57-58

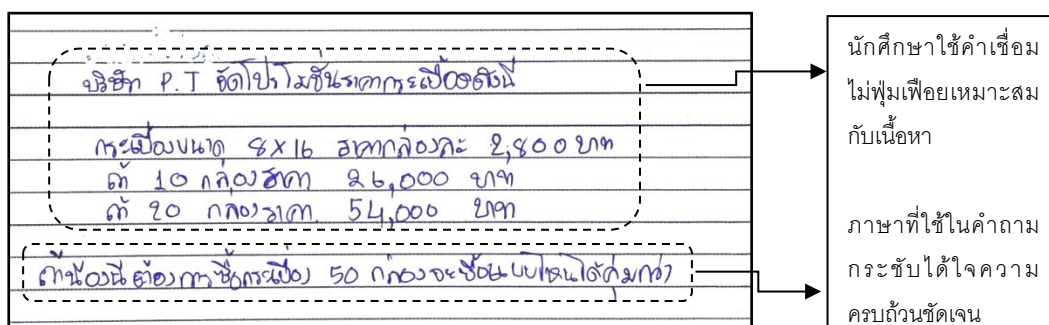


ภาพประกอบ 57 การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของบุหงาที่ใช้การวรรคตอนที่ไม่เหมาะสม



ภาพประกอบ 58 การใช้คำเชื่อมฟุ่มเฟือยในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของวายุ

ช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 16 กิจกรรม “การปูพื้น” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการปูกระเบื้องโดยใช้อุปกรณ์จัดร่องยาแนวกระเบื้องที่เรียกว่า “Tile Spacers” เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการปูกระเบื้องช่วยให้ช่างสามารถเว้นระยะห่างของร่องยาแนวได้แนวตรงและเป็นระเบียบสวยงาม แล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุหงา ธารา และเมฆา ยังคงใช้ภาษาที่เป็นทางการ กระชับและใช้คำเชื่อมได้เหมาะสมมากขึ้นในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังภาพประกอบ 44-48 และมีนักศึกษาที่ไม่ใช่ นักศึกษาเป้าหมายสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์แล้วแสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือเงื่อนไขที่แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาให้บุคคลอื่นเข้าใจตรงกัน ดังภาพประกอบ 59



ภาพประกอบ 59 การใช้ภาษาที่เป็นทางการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
ของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษาเป้าหมาย

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถใช้ภาษาที่เป็นทางการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือเงื่อนไขที่แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาให้บุคคลอื่นเข้าใจตรงกัน ทั้งนี้พบว่านักศึกษบางคนมีการนำภาษาพูด การย่อคำหรือตัดคำมาใช้ปะปนกับภาษาเขียน เช่น นคร มาจากคำว่า นครศรีธรรมราช สะกดคำผิด เช่นคำว่า เปอร์เซ็นต์ บรรจุ หน้า ทั้งนี้การที่นักศึกษาสะกดคำผิด อาจเป็นเพราะความเคยชิน ไม่ระมัดระวัง ไม่รู้ความหมายของคำ หรือ จำมาผิด ๆ ซึ่งบางคำที่เขียนผิดอาจทำให้ได้ประโยคที่อ่านแล้วพอสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วนเท่านั้น เช่นเดียวกับ เว้นวรรคตอนผิดอาจทำให้มีความหมายแตกต่างไปจากความหมายเดิม ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์ในการใช้ภาษาที่เป็นทางการสร้างสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักศึกษาส่วนใหญ่ยังคงสามารถใช้ภาษาที่เป็นทางการและถูกต้องมากขึ้นในการสร้างสถานการณ์ปัญหา ยังคงมีเพียงการเรียบเรียงภาษาที่ยังไม่สละสลวย ไม่สามารถลำดับความในการเขียนได้ หรือนำโครงสร้างภาษาต่างประเทศมาใช้ เช่นคำว่า “โดย” รวมทั้งการใช้คำเชื่อม “และ” พุ่มเพื่อยและไม่เหมาะสมกับเนื้อหา จนกระทั่งในช่วงที่ 3 ซึ่งนักศึกษส่วนใหญ่สามารถใช้ภาษาที่เป็นทางการถูกต้อง ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งขึ้นกระชับและใช้คำเชื่อมได้เหมาะสมมากขึ้น เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมีความหลากหลาย ทั้งเป็นเรื่องราวในชีวิตประจำวัน สิ่งของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการก่อสร้าง หรือสิ่งมีชีวิตที่น่าสนใจ สอดคล้องกับการสัมภาษณ์ นักศึกษาเป้าหมายทั้ง 4 คน พบว่า นักศึกษาสามารถใช้ภาษาที่เป็นทางการได้ดีขึ้นจากการอ่านเรื่องราวต่าง ๆ ที่หลากหลายมากขึ้น ประกอบด้วยด้วยนักศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมทำให้

นักศึกษาเข้าใจโครงสร้างของภาษาไทยมากยิ่งขึ้นและจากการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเมื่อมีการแลกเปลี่ยนและสะท้อนผลการตั้งปัญหาหน้าชั้นเรียนแล้วนักศึกษาช่วยกันเสนอแนวคิดปรับข้อความของสถานการณ์ปัญหาที่น่าเสนอทำให้นักศึกษาระมัดระวังและตระหนักมากขึ้นในการใช้ภาษาที่เป็นทางการสร้างสถานการณ์ปัญหาของตนเอง

2.3 ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable)

ในการศึกษาปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable) จากสถานการณ์หรือปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น ผู้วิจัยพิจารณาการเขียนอธิบายขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ ผลการวิจัยพบว่าพฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหามathematicsที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้ชัดเจนขึ้น (2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนและเขียนพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหามathematicsที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถแสดงการเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาได้ชัดเจน

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 3 เมื่อนักศึกษาได้รับใบกิจกรรม “ซานมไข่มุก” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการส่งเสริมการขายซานมไข่มุกโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตแล้วให้นักศึกษานำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวไปสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ (Problem reformulation) พร้อมดำเนินการแก้ปัญหที่ตั้งขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย นุหงา แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วนและเขียนอธิบายไม่ชัดเจน ดังภาพประกอบ 60 ในขณะที่นักศึกษบางส่วนและนักศึกษาเป้าหมาย ธราและวายุ แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้เพียงครบถ้วน ดังภาพประกอบ 62-62 ในขณะที่นักศึกษเป้าหมาย เมฆา แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยาพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้อย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 63

2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างข้อ 2.2 อย่างละเอียด

โจทย์กำหนด

- ราคามะม่วงหาวละ: 30 บาท
- ราคามะม่วงปราง: 5 บาท
- ซื้อครบ 30 บาท รับ ของขวัญ 1 ตัว
- งบ 150 บาท แยก ราคามะม่วง 1 แก้ว
- ในแต่ละวัน มะม่วงแต่ละผล: 1 แก้ว

คำถาม

- วิธีหาราคาที่จําเป็นเพื่อหาผลได้วันละกี่บาทมากที่สุด

วิธีทำ

กรณีที่ 1 (ไม่เพิ่มมะม่วงปราง 2 คน) (ไม่รวมเงินกับวันต่อไปได้)

1 ตัว 30 บาท แล้ว 15 ตัว 450 บาท
 450 บาท ได้มะม่วง 15 แก้ว
 150 บาท 10 ผล: 9 แก้ว
 9 ผล 9 วัน

กรณีที่ 2 (เพิ่มมะม่วงปราง 2 คน) (ไม่รวมเงินกับวันต่อไปได้)

เพิ่มมะม่วง 1 แก้ว: 30 บาท ได้ของขวัญ 1 ตัว
 ในแต่ละวัน 1 แก้วได้ของขวัญ 2 ตัว
 1 ผล 2 x 8 = 16 ตัว ได้ของขวัญ 1 แก้ว
 1 ผล 8 วัน

กรณีที่ 3 (เพิ่มมะม่วงปราง 1 แก้ว 1 ผลในแต่ละวัน) (ไม่รวมเงินกับวันต่อไปได้)

ของขวัญ 15 ตัว 9 ผล 450 บาท
 ในแต่ละวัน 1 แก้วได้ของขวัญ 30 + 25 = 55 บาท
 9 ผล 450 ÷ 55 ≈ 9 วัน
 9 ผล 9 วัน

กรณีที่ 4 (ไม่เพิ่มมะม่วงปราง 2 คน) (ไม่รวมเงินกับวันต่อไปได้)

1 วัน งบ 50 บาท ได้ของขวัญ 1 ตัว
 1 ผล 15 วัน

กรณีที่ 5 (เพิ่มมะม่วงปราง 1 แก้ว 1 ผลในแต่ละวัน) (ไม่รวมเงินกับวันต่อไปได้)

ใน 1 วัน งบเงิน 55 บาท ได้ 1 ตัว
 1 ผล 15 วัน

ตอบ เลือกกรณีที่ 2 1 ผล 8 วัน โดยเพิ่มมะม่วงปราง 2 คน

ร่องรอย
ในการทำความเข้าใจปัญหา

ร่องรอยการ
เลือกใช้ยุทธวิธี
การแจกแจง
กรณีที่เป็นไป
ได้ทั้งหมดใน
การแก้ปัญหา
จากสถานการณ์
ปัญหาที่
นักศึกษาตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 62 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 “ชานมไข่มุก” ของวายุ

2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2 อย่างละเอียด

① สิ่งที่โจทย์ถาม
หามิ ควรเลือกซื้อ ขนมไข่มุกอย่างไร และจะจ่ายค่าเงินกี่บาท

② สิ่งที่โจทย์บอก / โจทย์กำหนด

- คำนวณซื้อขนมไข่มุก 1 แพคเกจ จำนวน 43 บาท แต่ละ 1 แพคเกจ
- ซื้อขนมไข่มุก 2 แพคเกจ ได้ส่วนลด 10 บาท
- ขนมไข่มุก 1 แพคเกจ ราคาต่อตัวคือ 25 บาท ถ้าซื้อครบ 30 บาท รับส่วนลด 10 บาท
- ขนมไข่มุก 2 แพคเกจ ราคาต่อตัวคือ 30 บาท ถ้าซื้อครบ 100 บาท รับส่วนลด 10 บาท และถ้าซื้อเกินกว่า 200 บาท รับส่วนลด 10 %

③ แสดงวิธีการคำนวณ

จากโจทย์บอก / โจทย์กำหนด สามารถแยกแยะการซื้อได้ดังนี้

กรณี 1 ซื้อขนมไข่มุก 1 แพคเกจ (ซื้อขนมไข่มุก 30) 1 แพคเกจ 25, 30

ซื้อขนมไข่มุก 6 แพคเกจ คิดเงินเงิน 150 บาท	5) 25 30
จะได้ขนมไข่มุก 5 ตัว	5 6
ซื้อขนมไข่มุกอีก 6 แพคเกจ คิดเงินเงิน 150 บาท	รวม = $5 \times 5 \times 6 = 150$
จะได้ขนมไข่มุกเพิ่มอีก 5 ตัว รวมเป็น 10 ตัว แล้วจะซื้อขนมไข่มุก 1 แพคเกจ	
ซื้อขนมไข่มุกอีก 6 แพคเกจ คิดเงินเงิน 150 บาท จะได้ขนมไข่มุกเพิ่มอีก 5 ตัว	
รวมเป็น 15 ตัว แล้วจะซื้อขนมไข่มุก 1 แพคเกจ	
ซื้อขนมไข่มุกอีก 6 แพคเกจ คิดเงินเงิน 150 บาท จะได้ขนมไข่มุกเพิ่มอีก 5 ตัว	
รวมเป็น 20 ตัว แล้วจะซื้อขนมไข่มุก 1 แพคเกจ (จะเพิ่มได้ซื้อ 12 หรือได้ฟรี 1 แพคเกจ)	
ซื้อขนมไข่มุกอีก 12 แพคเกจ คิดเงินเงิน 300 บาท จะได้ขนมไข่มุกเพิ่มอีก 10 ตัว	
รวมเป็น 30 ตัว แล้วจะซื้อขนมไข่มุก 3 แพคเกจ (เหลืออีก 4 แพคเกจคือ 43 แพคเกจ)	
ซื้อขนมไข่มุกอีก 4 แพคเกจ คิดเงินเงิน 100 บาท จะได้ขนมไข่มุกเพิ่มอีก 3 ตัว	
รวมเป็น 33 ตัว แล้วจะซื้อขนมไข่มุก 3 แพคเกจ	
<u>สรุปแล้ว</u> จะได้ขนมไข่มุก 43 แพคเกจ และจะจ่ายค่าเงิน $150 + 150 + 150 + 150 + 300 + 100 = 1000$ บาท	

ร่องรอย
การทำความเข้าใจ
เข้าใจปัญหา

ร่องรอย
การเลือกใช้
ยุทธวิธีการ
แจกแจงกรณี
ที่เป็นไปได้
ทั้งหมดในการ
แก้ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่
นักศึกษาตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 63 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหานักศึกษาคำตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 “ขนมไข่มุก” ของเมษา

กรณี 3.1 ซื้อข้าวใหม่จากบ้านป่าแก้ว 12 แก้ว (ได้ 1 แก้ว) ที่เหลือซื้อจากบ้านป่าตอง

- ซื้อข้าวใหม่ 12 แก้ว (บ้านป่าแก้ว) คิดเป็นเงิน $12 \times 25 = 300$ บาท และได้รับข้าวใหม่ฟรี 1 แก้ว รวมเป็น 13 แก้ว
- ซื้อข้าวใหม่ 20 แก้ว (บ้านป่าตอง) คิดเป็นเงิน $20 \times 20 = 400$ บาท ได้ส่วนลด 20% **ค่าน้ำ** คือต้องจ่ายเงิน $400 \times 90\% = 360$ บาท

รวมจะได้ข้าวใหม่ $13 + 20 = 33$ แก้ว และจ่ายเงินทั้งหมด $300 + 360 = 660$ บาท

กรณี 3.2 ซื้อข้าวใหม่จากบ้านป่าแก้ว 24 แก้ว (ได้ 3 แก้ว) ที่เหลือซื้อจากบ้านป่าตอง

- ซื้อข้าวใหม่ 24 แก้ว (บ้านป่าแก้ว) คิดเป็นเงิน $24 \times 25 = 600$ บาท และได้รับข้าวใหม่ฟรี 3 แก้ว รวมเป็น 27 แก้ว
- ซื้อข้าวใหม่ 17 แก้ว (บ้านป่าตอง) คิดเป็นเงิน $17 \times 20 = 340$ บาท และได้รับส่วนลด 20% **ค่าน้ำ** คือต้องจ่ายเงิน $340 \times 90\% = 306$ บาท

รวมจะได้ข้าวใหม่ $27 + 17 = 44$ แก้ว และจ่ายเงินทั้งหมด $600 + 306 = 906$ บาท

กรณี 3.3 ซื้อข้าวใหม่จากบ้านป่าแก้ว 36 แก้ว (ได้ 4 แก้ว) ที่เหลือซื้อจากบ้านป่าตอง

- ซื้อข้าวใหม่ 36 แก้ว (บ้านป่าแก้ว) คิดเป็นเงิน $36 \times 25 = 900$ บาท และได้รับข้าวใหม่ฟรี 4 แก้ว รวมเป็น 40 แก้ว
- ซื้อข้าวใหม่ 4 แก้ว (บ้านป่าตอง) คิดเป็นเงิน $4 \times 20 = 80$ บาท และได้รับส่วนลด 20% **ค่าน้ำ** คือต้องจ่ายเงิน $80 \times 90\% = 72$ บาท

รวมจะได้ข้าวใหม่ $40 + 4 = 44$ แก้ว และจ่ายเงินทั้งหมด $900 + 72 = 972$ บาท

สรุป การซื้อข้าวใหม่จากบ้านป่าแก้ว (44 แก้ว) และจ่ายเงินทั้งหมด 1000 บาท **Ans**

(4) ตัวอย่างข้อ 10

- เงิน 1000 บาท จะสามารถซื้อข้าวใหม่จากบ้านป่าแก้ว (1100 บาท) ได้กี่ข้าว
- $1000 \div 1100 = 0.909$
- และถ้าซื้อข้าวใหม่ 1000 บาท จากบ้านป่าแก้ว จะได้ข้าวใหม่ทั้งหมด $1000 \div 1100 = 0.909$ 33.33
- แล้วถ้าซื้อข้าวใหม่ 1000 บาท จะได้ข้าวใหม่ฟรี 33.33 3 แก้ว

รวมจะได้ข้าวใหม่ $40 + 3 = 43$ แก้ว **รวมข้าวใหม่ทั้งหมด**

ร่องรอย
การเลือกใช้
ยุทธวิธีการ
แจกแจงกรณี
ที่เป็นไปได้
ทั้งหมดใน
การแก้ปัญหา
จาก
สถานการณ์
ปัญหาที่
นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ร่องรอย
การ
ตรวจสอบ
ความถูกต้อง
ของคำตอบ

ภาพประกอบ 63 (ต่อ) แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาค้นคว้าตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 “สามไม้มุก” ของเมฆา

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 9 เมื่อนักศึกษาได้รับใบกิจกรรม “แรด” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนของนอแรดแล้วให้นักศึกษานำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวไปสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา และธรรมา แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้และเขียนอธิบายได้ชัดเจนขึ้นแต่ไม่ปรากฏขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหาและการตรวจสอบคำตอบดังภาพประกอบ 64-65 ในขณะที่นักศึกษาเป้าหมาย วายุ แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้และเขียนอธิบายได้ชัดเจนขึ้นแต่ไม่ปรากฏขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบดังภาพประกอบ 66 มีเพียงนักศึกษาเป้าหมาย เมฆา ที่แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้อย่างชัดเจนดังภาพประกอบ 67

2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2 อย่างละเอียด

แนวคิดที่ 1					
แรดขาว	2	ตัว	นับได้	4	๕๐
แรดดำ	3	ตัว	นับได้	6	๕๐
แรดจีนไฮ	5	ตัว	นับได้	5	๕๐
แรดสีชมพู	2	ตัว	นับได้	4	๕๐
แรดขาว	3	ตัว	นับได้	3	๕๐
รวม	15	ตัว	นับได้	22	๕๐
แนวคิดที่ 2					
แรดขาว	3	ตัว	นับได้	6	๕๐
แรดดำ	2	ตัว	นับได้	4	๕๐
แรดจีนไฮ	5	ตัว	นับได้	5	๕๐
แรดสีชมพู	2	ตัว	นับได้	4	๕๐
แรดขาว	3	ตัว	นับได้	3	๕๐
รวม	15	ตัว	นับได้	22	๕๐

ร่องรอย
การเลือกใช้
ยุทธวิธีการแจก
แจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
ในการแก้ปัญหา
จากสถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 64 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 “แรด” ของบุนหา

2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2 อย่างละเอียด

ให้ T เป็นจำนวนเสือในสวนสัตว์

เนื่องจากสวนสัตว์มีจำนวนเสือเท่ากับจำนวนนก ดังนั้นจำนวนนก = $4T$ (1)

นก 1 ตัวมี 2 ขา จำนวนขาของนก = จำนวนนก $\times$ 2

$$= (4T) \times 2$$

$$= 8T \quad (2)$$

เสือ 1 ตัวมี 4 ขา จำนวนขาของเสือ = จำนวนเสือ $\times$ 4

$$= T \times 4$$

$$= 4T \quad (3)$$

เนื่องจากขาของนกน้อยกว่าเสือ 12 ขา

จะได้ จำนวนนก - จำนวนเสือ = 12

จาก (2) และ (3) $8T - 4T = 12$

$$4T = 12$$

$$T = \frac{12}{4}$$

$$T = 3 \quad (4)$$

จากที่กำหนดให้ T เป็นจำนวนเสือ ดังนั้น สวนสัตว์นี้มีเสือ 3 ตัว

เนื่องจาก จำนวนนก = $4T$ (1)

แทน (4) ใน (1) จำนวนนก = $4(3)$

$$= 12$$

ดังนั้น สวนสัตว์นี้มีนก 12 ตัว

$\therefore$ สวนสัตว์นี้มีเสือ 3 ตัว และนก 12 ตัว *

ร่องรอย
การเลือกใช้
ยุทธวิธีการเขียน
สมการในการ
แก้ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 65 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 “แรด” ของธรรา

2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2 อย่างละเอียด

โจทย์กำหนด ในทวีปแอฟริกา มีแรดขาว และ แรดดำ ซึ่ง มี 2 ชนิด
ในทวีปเอเชีย มี แรดจีนเดียว และ แรดขาว มี 2 ชนิด
และ แรดสุมาตรา มี 2 ชนิด
โดยมีจำนวนแรดรวมกันได้ 12 ชนิด

สิ่งที่โจทย์ถาม จงหาทราบว่าทวีปไหนแรดแต่ละชนิด 9: มีกี่ตัว

วิธีทำ หลังจากโจทย์ ได้กำหนดว่าทวีปไหนใด และ ไม่ได้บอกว่ามีกี่ตัว

กรณีที่ 1 ในทวีปแอฟริกา แรดขาว และ แรดดำ มี 2 ชนิด
x แทน จำนวนแรดขาว , y แทน จำนวนแรดดำ
 $2x + 2y = 12$
 $2(x+y) = 12$
ถ้า $x = 0$ $2y = 12$ | ถ้า $x = 2$ $2(2+y) = 12$
 $y = 6$ | $y = 4$
ถ้า $x = 1$ $2(1+y) = 12$ | ถ้า $x = 3$ $2(3+y) = 12$
 $y = 5$ | $y = 3$

ตอบ ในกรณี ที่ 1 ในทวีปแอฟริกา 9: มีแรดขาว และ แรดดำ ซึ่ง มี 2 ชนิด
ทุกชนิดมีจำนวนตัว เป็น 0, 1, 2, 3 ตัว
คือ มีลักษณะดังนี้ เป็น 6, 5, 4, 3 ตัว ตามลำดับ

กรณีที่ 2 ในทวีปเอเชีย 9: มีแรดจีนเดียว และ แรดขาว มี 2 ชนิด
จำนวนแรดสุมาตรา 9: มี 2 ชนิด
ถ้า a แทน แรดจีนเดียว
b แทน แรดขาว
c แทน แรดสุมาตรา
จะได้ $a + b + 2c = 12$

c	2c	a	b	a+b
0	0	0	12	12
1	2	0	10	10
2	4	0	8	8
3	6	0	6	6
4	8	0	4	4
5	10	0	2	2
6	12	0	0	0

c	2c	a	b	a+b
0	0	1	11	12
1	2	2	10	12
2	4	3	9	12
3	6	4	8	12
4	8	5	7	12
5	10	6	6	12

ตอบ ในกรณี ที่ 2
ทุก แรดสุมาตราเป็น 0 ตัว
แล้วแรดอีก 2 ชนิด มีจำนวนตัว
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ตัว
12, 11, 10, 9, 8, 7, 6 ตัว
ตามลำดับ

ทุก แรดสุมาตรา เป็น
1, 2, 3, 4, 5, 6 ตัว
9: มีผลรวมของจำนวนแรดทั้งหมด
10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0 ตัว
ตามลำดับ

ร้องรอย
การทำความเข้าใจปัญหา

ร้องรอย
การเลือกใช้
ยุทธวิธีการเขียน
สมการในการ
แก้ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ร้องรอย
การเลือกใช้
ยุทธวิธีการสร้าง
ตารางในการ
แก้ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 66 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 “แรด” วายุ

2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2 อย่างละเอียด

① สิ่งที่โจทย์ถาม
 จงหาการแบ่งสวนที่ดิน 11 ไร่ มีเขตสวนผลไม้ทั่ว

② สิ่งที่โจทย์บอก / โจทย์กำหนด
 - มีเขตสวน 3 ชนิด ได้แก่ เขตสวน 11 ไร่, เขตสวน 11 ไร่, เขตสวน 11 ไร่
 - มีจำนวนสวนผลไม้ 55 ไร่
 - 11 ไร่สวน 11 ไร่ มี 2 ไร่ สวนผลไม้มี 11 ไร่
 - จำนวนสวนผลไม้ > จำนวนสวนผลไม้ > จำนวนสวนผลไม้
 - ตามค่าของจำนวนสวนผลไม้กับเขตสวนผลไม้ 11 ไร่ สวนผลไม้ 11 ไร่ สวนผลไม้ 11 ไร่

③ แสดงวิธีการคำนวณ
 โจทย์ให้โจทย์บอก / โจทย์กำหนด จำนวนที่ดินสวนผลไม้ 11 ไร่ สวนผลไม้ 11 ไร่ สวนผลไม้ 11 ไร่
 จำนวนที่ดิน มีเขตสวน 3 ไร่
 มีเขตสวน 3 ไร่
 มีเขตสวน 3 ไร่
 ตามค่าของจำนวนสวนผลไม้กับเขตสวนผลไม้ 11 ไร่ สวนผลไม้ 11 ไร่ สวนผลไม้ 11 ไร่
 ดังนั้น ตามค่าของจำนวนสวนผลไม้กับเขตสวนผลไม้ 11 ไร่ สวนผลไม้ 11 ไร่ สวนผลไม้ 11 ไร่

ได้ $2x + y + z = 55$ — ①
 $x = z + a$ เมื่อ $a = 11$ ไร่สวนผลไม้ > 11 ไร่สวนผลไม้
 $y = z - a$ เมื่อ $a = 11$ ไร่สวนผลไม้ > 11 ไร่สวนผลไม้
 แทนค่า $x = z + a$, $y = z - a$ ลงสมการ ①
 จะได้ $2(z + a) + (z - a) + z = 55$
 $2z + 2a + z - a + z = 55$
 $5z = 55$
 $z = 11$
 $z = 11$ ไร่
 ∴ มีเขตสวนผลไม้ 11 ไร่
 จำนวนสวนผลไม้ $x + y + z = (z + a) + (z - a) + z$
 $= 3z$
 $= 3(11)$
 $= 33$ ไร่
 ดังนั้น มีเขตสวนผลไม้ 33 ไร่ Ans

④ ตรวจสอบคำตอบ
 มีเขตสวนผลไม้ 33 ไร่ มีเขตสวนผลไม้ 11 ไร่
 ดังนั้น มีเขตสวนผลไม้กับเขตสวนผลไม้ 33 - 11 = 22 ไร่
 จาก มีเขตสวนผลไม้ 11 ไร่ สวนผลไม้ 11 ไร่ $11 \times 1 = 11$ ไร่
 มีเขตสวนผลไม้กับเขตสวนผลไม้ 22 ไร่ สวนผลไม้ 22 ไร่ $22 \times 2 = 44$ ไร่
 รวมมีเขตสวนผลไม้ 11 + 44 = 55 ไร่ ซึ่งสอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนด

ร่องรอย
 การทำความเข้าใจปัญหา

ร่องรอย
 การเลือกใช้
 ยุทธวิธีการ
 เขียนสมการ
 ในการ
 แก้ปัญหาจาก
 สถานการณ์
 ปัญหาที่
 นักศึกษาดำเนิน

ร่องรอย
 การ
 ตรวจสอบ
 ความ
 ถูกต้อง

ภาพประกอบ 67 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหานักศึกษาดำเนิน
 ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 “เรด” เมฆา

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้คาบเรียนที่ 13 เมื่อนักศึกษาได้รับใบกิจกรรม “โปรเซสเนีย” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณค่าขนส่งสินค้าแล้วให้นักศึกษานำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวไปสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย 4 คน ยังคงแสดงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาเช่นเดิม ดังภาพประกอบ 68-71

แนวคิดที่ 1	ส่งมอบกล่อง 2 ตัว					
	ปลาหมึกน้ำหนัก 1,000 กรัม	รวม	9	กล่อง		
	ราคากล่อง		82	บาท		
	รวมเงิน	$82 \times 9 =$	738	บาท		
แนวคิดที่ 2	ส่งมอบกล่อง 2 ตัว และ กล่อง 1 ตัว					
	ปลาหมึกน้ำหนัก 800 กรัม	รวม	4	กล่อง	ราคากล่อง 132 บาท	
	ปลาหมึกน้ำหนัก 1,500 กรัม	รวม	1	กล่อง	ราคากล่อง 82 บาท	
	รวมเงิน	$132(4) + 82(1) =$	610	บาท		
แนวคิดที่ 3	ส่งมอบกล่อง 3 ตัว					
	ปลาหมึกน้ำหนัก 450 กรัม	รวม	3	กล่อง	ราคากล่อง 162 บาท	
	รวมเงิน	$162 \times 3 =$	486	บาท		
แนวคิดที่ 4	ส่งมอบกล่อง 4 ตัว และ กล่อง 1 ตัว					
	ปลาหมึกน้ำหนัก 600 กรัม	รวม	2	กล่อง	ราคากล่อง 212 บาท	
	ปลาหมึกน้ำหนัก 1,500 กรัม	รวม	1	กล่อง	ราคากล่อง 82 บาท	
	รวมเงิน	$212(2) + 82(1) =$	506	บาท		
แนวคิดที่ 5	ส่งมอบกล่อง 5 ตัว และ กล่อง 4 ตัว					
	ปลาหมึกน้ำหนัก 750 กรัม	รวม	1	กล่อง	ราคากล่อง 272 บาท	
	ปลาหมึกน้ำหนัก 600 กรัม	รวม	1	กล่อง	ราคากล่อง 212 บาท	
	รวมเงิน	$272(1) + 212(1) =$	484	บาท		
แนวคิดที่ 6	ส่งมอบกล่อง 6 ตัว และ กล่อง 3 ตัว					
	ปลาหมึกน้ำหนัก 900 กรัม	รวม	1	กล่อง	ราคากล่อง 332 บาท	
	ปลาหมึกน้ำหนัก 450 กรัม	รวม	1	กล่อง	ราคากล่อง 162 บาท	
	รวมเงิน	$332(1) + 162(1) =$	494	บาท		
แนวคิดที่ 7	ส่งมอบกล่อง 7 ตัว และ กล่อง 2 ตัว					
	ปลาหมึกน้ำหนัก 1,500 กรัม	รวม	1	กล่อง	ราคากล่อง 452 บาท	
	ปลาหมึกน้ำหนัก 3,000 กรัม	รวม	1	กล่อง	ราคากล่อง 132 บาท	
	รวมเงิน	$452(1) + 132(1) =$	584	บาท		
๐. วิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ 5 จักรวรรดิที่ 1						

ร่องรอย
การเลือกใช้
ยุทธวิธีการแจก
กรณีที่เป็นไป
ได้ทั้งหมดใน
การแก้ปัญหา
จากสถานการณ์
ปัญหาที่
นักศึกษาตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 68 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13 “โปรเซสเนีย” ของบุหงา

* คำนวณราคา หน้ากากอนามัย					
จำนวนหน้ากากอนามัย	2	ชิ้น	ราคา	35	บาท
หน้ากากอนามัย	200	ชิ้น	ราคา	$200 \times \frac{35}{2} = 3,500$	บาท
ในส่วน EMS					
ค่าส่ง EMS ขนาด 10		ชิ้น	ราคา	7	บาท
หน้ากาก 200		ชิ้น	ราคา	$200 \times \frac{7}{10} = 140$	บาท
∴ หน้ากากอนามัย 200 ชิ้น ส่ง EMS ทั้งหมดราคา $3,500 + 140 = 3,640$ บาท					
ในส่วน Kerry					
ค่าส่ง Kerry หน้ากาก 25		ชิ้น	ราคา	20	บาท
หน้ากาก 200		ชิ้น	ราคา	$200 \times \frac{20}{25} = 160$	บาท
∴ หน้ากากอนามัย 200 ชิ้น ส่ง Kerry ทั้งหมดราคา $3,500 + 160 = 3,660$ บาท					
เปรียบเทียบราคา $3,640 < 3,660$					
ดังนั้น ซื้อหน้ากากอนามัย 200 ชิ้น ควรใช้ส่ง EMS ถึงจะถูกลง					

ร่องรอย
การเลือกใช้
ยุทธวิธีการ
แบ่งเป็น
ปัญหาย่อยใน
การแก้ปัญหา
จาก
สถานการณ์
ปัญหาที่
นักศึกษาตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 69 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13 “ไปรษณีย์” ของธารา

โจทย์ ในทอเดินทางมีหลายเส้นทาง

เส้นทาง

- สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี ①
- สมุทรสาคร → นครปฐม → กาญจนบุรี → นนทบุรี ②
- สมุทรสาคร → นครปฐม → สมุทรปราการ → นนทบุรี ③
- สมุทรสาคร → นครปฐม → สมุทรปราการ → กาญจนบุรี → นนทบุรี ④
- สมุทรสาคร → นครปฐม → กาญจนบุรี → นนทบุรี ⑤
- สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี ⑥
- สมุทรสาคร → นครปฐม → สมุทรปราการ → นนทบุรี ⑦
- สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี → นนทบุรี ⑧
- สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี → นนทบุรี ⑨
- สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี → นนทบุรี ⑩
- สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี → นนทบุรี ⑪
- สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี → นนทบุรี ⑫
- สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี → นนทบุรี ⑬
- สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี → นนทบุรี ⑭
- สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี → นนทบุรี ⑮
- สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี → นนทบุรี ⑯

① $129 + 205 = 334$	⑨ $272 + 157 + 205 = 634$
② $129 + 157 + 187 = 473$	⑩ $272 + 157 + 189 + 435 = 1053$
③ $129 + 157 + 125 + 435 = 846$	⑪ $136 + 435 = 571$
④ $129 + 189 + 435 = 753$	⑫ $136 + 125 + 187 = 448$
⑤ $129 + 189 + 125 + 187 = 630$	⑬ $136 + 125 + 157 + 205 = 623$
⑥ $272 + 187 = 459$	⑭ $136 + 189 + 205 = 530$
⑦ $272 + 125 + 435 = 832$	⑮ $136 + 189 + 157 + 187 = 669$
⑧ $272 + 125 + 189 + 205 = 791$	⑯ 580

ตอบ กรณีที่ 1 คือ สมุทรสาคร → นครปฐม → นนทบุรี
 มีผลรวมโดยรวมนั้น คือ 334 นก ซึ่งผลรวมนี้คือค่าที่น้อยที่สุด

ข้อสรุป

ร่องรอย
 การเลือกใช้
 ยุทธวิธีการ
 เขียนแผนภาพ
 ในการ
 แก้ปัญหาจาก
 สถานการณ์
 ปัญหาที่
 นักศึกษาดำเนิน

ร่องรอย
 การเลือกใช้
 ยุทธวิธีการ
 แรงกระตุ้นที่
 เป็นไปได้
 ทั้งหมดในการ
 แก้ปัญหาจาก
 สถานการณ์
 ปัญหาที่
 นักศึกษาดำเนิน

ภาพประกอบ 70 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาดำเนิน

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13 “ไปรษณีย์” ของวายุ

กรณี 3.2 รวมชั้นที่ 1 กับ ชั้นที่ 3

ชั้นที่ 1+3 ชั้น 25+460 = 485 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 92 ฅก
 ชั้นที่ 2 ชั้น 200 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 42 ฅก
 ชั้นที่ 4 ชั้น 950 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 67 ฅก
 รวมไก่ไข่ 92+42+67 = 161 ฅก
 ส่วนลด 20% ดังนั้นจะได้ค่าไก่ไข่ 161 x 80 = 128.8 ฅก
 100

กรณี 3.3 รวมชั้นที่ 1 กับ ชั้นที่ 4

ชั้นที่ 1+4 ชั้น 25+950 = 975 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 67 ฅก
 ชั้นที่ 2 ชั้น 200 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 42 ฅก
 ชั้นที่ 3 ชั้น 460 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 92 ฅก
 รวมไก่ไข่ 67+42+92 = 161 ฅก
 ส่วนลด 20% ดังนั้นจะได้ค่าไก่ไข่ 161 x 80 = 128.8 ฅก
 100

กรณี 3.4 รวมชั้นที่ 2 กับ ชั้นที่ 3

ชั้นที่ 2+3 ชั้น 200+460 = 660 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 67 ฅก
 ชั้นที่ 1 ชั้น 25 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 37 ฅก
 ชั้นที่ 4 ชั้น 950 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 67 ฅก
 รวมไก่ไข่ 67+37+67 = 171 ฅก
 ส่วนลด 20% ดังนั้นจะได้ค่าไก่ไข่ 171 x 80 = 136.8 ฅก
 100

กรณี 3.5 รวมชั้นที่ 2 กับ ชั้นที่ 4

ชั้นที่ 2+4 ชั้น 200+950 = 1150 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 92 ฅก
 ชั้นที่ 1 ชั้น 25 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 37 ฅก
 ชั้นที่ 3 ชั้น 460 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 92 ฅก
 รวมไก่ไข่ 92+37+92 = 171 ฅก
 ส่วนลด 20% ดังนั้นจะได้ค่าไก่ไข่ 171 x 80 = 136.8 ฅก
 100

กรณี 3.6 รวมชั้นที่ 3 กับ ชั้นที่ 4

ชั้นที่ 3+4 ชั้น 460+950 = 1410 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 92 ฅก
 ชั้นที่ 1 ชั้น 25 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 37 ฅก
 ชั้นที่ 2 ชั้น 200 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 42 ฅก
 รวมไก่ไข่ 92+37+42 = 161 ฅก
 ส่วนลด 20% ดังนั้นจะได้ค่าไก่ไข่ 161 x 80 = 128.8 ฅก
 100

กรณี 4 ส่วนรวม ชั้น 1+3 เลี้ยงไก่ไข่ 1 ชั้น (ชั้น 2, 4)

กรณี 4.1 รวมชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 และ ชั้นที่ 3 เลี้ยงไก่ไข่ 4

ชั้นที่ 1+2+3 ชั้น 25+200+460 = 685 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 67 ฅก
 ชั้นที่ 4 ชั้น 950 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 67 ฅก
 รวมไก่ไข่ 67+67 = 134 ฅก
 ส่วนลด 10% ดังนั้นจะได้ค่าไก่ไข่ 134 x 90 = 120.6 ฅก
 100

กรณี 4.2 รวมชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 และ ชั้นที่ 4 เลี้ยงไก่ไข่ 3

ชั้นที่ 1+2+4 ชั้น 25+200+950 = 1175 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 92 ฅก
 ชั้นที่ 3 ชั้น 460 กรัม เลี้ยงไก่ไข่ 92 ฅก
 รวมไก่ไข่ 92+92 = 184 ฅก
 ส่วนลด 10% ดังนั้นจะได้ค่าไก่ไข่ 184 x 90 = 165.6 ฅก
 100

รื่องรอย
 การเลือกใช้ยุทธวิธี
 การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด
 ในการแก้ปัญหา
 จากสถานการณ์
 ปัญหาที่นักศึกษา
 ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 71 (ต่อ) แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
 ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13 “โปรเซส” ของเมฆา

กรณี 4.2 รวมชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 และชั้นที่ 4 แยกชั้นที่ 3 ชั้นที่ 1+2+4: $25+200+950=1175$ กม. เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 32 มท ชั้นที่ 3: 200 มท เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 32 มท รวมค่าไม่ชนชั้นที่ 32+32 = 134 มท ส่วนลด 10% ดังนั้นจึงคำนวณค่าไม่ชนชั้นที่ 134 x 90 = 120.6 100	ร่องรอย การเลือกใช้ ยุทธวิธีการ แจ้งกรณีที่เป็นไปได้ ทั้งหมดในการ แก้ปัญหาจาก สถานการณ์ ปัญหาที่ นักศึกษาตั้งขึ้น
กรณี 4.3 รวมชั้นที่ 1 ชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 แยกชั้นที่ 2 ชั้นที่ 1+3+4: $25+40+950=1015$ กม. เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 32 มท ชั้นที่ 2: 200 มท เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 42 มท รวมค่าไม่ชนชั้นที่ 32+42 = 124 ส่วนลด 10% ดังนั้นจึงคำนวณค่าไม่ชนชั้นที่ 124 x 90 = 111.6 100	
กรณี 4.4 รวมชั้นที่ 2 ชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 แยกชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2+3+4: $200+40+950=1190$ กม. เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 32 มท ชั้นที่ 1: 25 มท เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 32 มท รวมค่าไม่ชนชั้นที่ 32+32 = 134 ส่วนลด 10% ดังนั้นจึงคำนวณค่าไม่ชนชั้นที่ 134 x 90 = 120.6 100	
กรณี 5 รวมชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 กรณี 5.1 รวมชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 กับชั้นที่ 4 ชั้นที่ 1+2: $25+300=325$ กม. เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 42 มท ชั้นที่ 3+4: $40+950=990$ กม. เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 32 มท รวมค่าไม่ชนชั้นที่ 42+32 = 124 มท ส่วนลด 10% ดังนั้นจึงคำนวณค่าไม่ชนชั้นที่ 124 x 90 = 111.6 100 กรณี 5.2 รวมชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 3 และชั้นที่ 2 กับชั้นที่ 4 ชั้นที่ 1+3: $25+40=65$ กม. เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 52 มท ชั้นที่ 2+4: $200+950=1150$ กม. เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 32 มท รวมค่าไม่ชนชั้นที่ 52+32 = 134 มท ส่วนลด 10% ดังนั้นจึงคำนวณค่าไม่ชนชั้นที่ 134 x 90 = 120.6 100 กรณี 5.3 รวมชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 4 และชั้นที่ 2 กับชั้นที่ 3 ชั้นที่ 1+4: $25+950=975$ กม. เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 67 มท ชั้นที่ 2+3: $200+40=240$ กม. เลี้ยวซ้ายชั้นที่ 67 มท รวมค่าไม่ชนชั้นที่ 67+67 = 134 มท ส่วนลด 10% ดังนั้นจึงคำนวณค่าไม่ชนชั้นที่ 134 x 90 = 120.6 100	
สรุป เมื่อทำการคำนวณพบข้อผิดพลาด 4 ข้อเนื่องจากเป็นวิธีที่เลี้ยวซ้ายชั้นที่สุดท้าย 4. การหาคำตอบ เนื่องจาก การส่งแบบแรกข้อ 4 ข้อ 4 คำนวณเลี้ยวซ้ายชั้นที่ 138.6 มท การส่งแบบข้อเดียว 4 ข้อ 4 คำนวณเลี้ยวซ้ายชั้นที่ 32 มท การส่งแบบ 3 ข้อ 4 คำนวณเลี้ยวซ้ายชั้นที่ 128.2 มท การส่งแบบ 2 ข้อ 4 คำนวณเลี้ยวซ้ายชั้นที่ 111.6 มท ดังนั้น การส่งแบบข้อเดียว 4 ข้อ จึงเลี้ยวซ้ายชั้นที่ถูกต้องที่สุด	ร่องรอย การตรวจสอบ ความถูกต้อง ของคำตอบ

ภาพประกอบ 71 (ต่อ) แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 13 “ไปรษณีย์” ของเมฆา

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ได้นำแนวคิดในการแก้ปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นั้น นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมายทั้ง 4 คนได้นำแนวคิดการแก้ปัญหาดังกล่าวไปใช้แก้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นด้วย ซึ่งในช่วงแรกนักศึกษากลุ่มใหญ่แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วนและเขียนอธิบายไม่ชัดเจน ในขณะที่มีนักศึกษาบางส่วนใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสมแต่สามารถนำไปสู่คำตอบได้ เนื่องจากนักศึกษากลุ่มใหญ่ไม่คุ้นเคยกับการตรวจสอบความสอดคล้องของคำตอบกับคำถามและกระบวนการแก้ปัญหา จากการสังเกตพบว่าการแก้ปัญหา นักศึกษาจะดำเนินแก้ปัญหาโดยไม่ได้เขียนขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหามีเพียงนักศึกษาเป้าหมายเมษาเท่านั้นที่ได้แสดงกระบวนการแก้ปัญหตามขั้นตอนของโพลยาได้อย่างครบถ้วน ในช่วงที่ 2 นักศึกษากลุ่มใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา และธราฯ แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนแต่เขียนอธิบายไม่ชัดเจน ส่วนนักศึกษาเป้าหมายวายุ แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนเขียนอธิบายได้ชัดเจนมีการแสดงขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหาขาดเพียงการตรวจสอบคำตอบเท่านั้น ในขณะที่นักศึกษาเป้าหมายเมษายังคงแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้ชัดเจนทุกขั้นตอนตามกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา ซึ่งนักศึกษากลุ่มใหญ่และนักศึกษาเป้าหมายทั้ง 4 คน ยังคงแสดงพฤติกรรมดังกล่าวอย่างต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในช่วงที่ 3 จากการสัมภาษณ์นักศึกษาเป้าหมายที่ไม่เขียนขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบเพราะคุ้นเคยกับการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหานักศึกษาแต่ละคนส่งผลให้นักศึกษากลุ่มใหญ่เขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

(2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษากลุ่มใหญ่แสดงการเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 4 ใบกิจกรรม “มั่งคุดคุด” เป็นใบกิจกรรมที่กำหนดข้อมูล/เรื่องราวเกี่ยวกับมั่งคุดคุดแล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Problem generation) ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตพร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น นักศึกษากลุ่มใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วนและเขียนอธิบายไม่ชัดเจน ดังภาพประกอบ 72 ในขณะที่นักศึกษาบางส่วนและนักศึกษาเป้าหมาย ธราฯและวายุ แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วน ดังภาพประกอบ 73-74 ในขณะที่นักศึกษาเป้าหมาย เมษา แสดงขั้นตอนของการ

แก้ปัญหาได้ครบถ้วนตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้อย่างชัดเจน
ดังภาพประกอบ 68

2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2 อย่างละเอียด

แนวคิด
ร้อย 53 แก้ว หรือ 5 แก้ว ทยอยเป็น 1327 บาท แล้วได้ตราประทับ $1,350 \div 30 = 45$ ตรา รับแลกได้แก้ว 2 แก้ว ∴ นักศึกษาจะจ่ายเงินอย่างน้อย 1325 บาทเพื่อซื้อจานสีได้ทั้งหมด 10 แก้ว

ร่องรอย
การเลือกใช้ยุทธวิธี
การแบ่งเป็น
ปัญหาย่อยในการ
แก้ปัญหาจาก
สถานการณ์ปัญหา
ที่นักศึกษาตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 72 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “มังคุดคัด” ของนุหงา

1.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 1.2 อย่างละเอียด

*พิจารณาต้นทุน			
จำนวนมังคุดคัด	30	ไม้	ไม้ละ 4 ลูก ต้องใช้มังคุดทั้งหมด $30 \times 4 = 120$ ลูก
∴ ใช้มังคุด	120	ลูก	
มังคุด	10	ลูก	มีน้ำพริก 1 กิโลกรัม
มังคุด	120	ลูก	มีน้ำพริก $\frac{120}{10} = 12$ กิโลกรัม
∴ ใช้มังคุด	12	กิโลกรัม	
ซึ่งมังคุด	1	กิโลกรัม	ราคา 20 บาท
มังคุด	12	กิโลกรัม	ราคา $12 \times 20 = 240$ บาท
นั่นคือจำนวนที่ใช้เงินลงทุนทำมังคุดคัด 240 บาท			
*พิจารณาเงินที่ขายได้			
จำนวนมังคุดคัด	30	ไม้	ขายในราคาไม้ละ 15 บาท
จำนวนขายมังคุดคัดได้เงินทั้งหมด	$30 \times 15 = 450$ บาท		
*พิจารณากำไร/ขาดทุน			
จำนวนลงทุนทำมังคุดคัด	240	บาท	
จำนวนขายมังคุดคัดได้เงิน	450	บาท	
เนื่องจาก $450 > 240$ ดังนั้นจำนวนขายมังคุดคัดได้เงินมากกว่าต้นทุนที่จ่ายไป			
นั่นคือ จำนวนได้กำไร จำนวนเงิน $450 - 240 = 210$ บาท			

ร่องรอย
การเลือกใช้ยุทธวิธี
การแบ่งเป็น
ปัญหาย่อยใน
การแก้ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 73 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “มังคุดคัด” ของธรา

1.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 1.2 อย่างละเอียด	
<u>โจทย์กำหนด</u> - ผัก 30 วัน จ:ได้ ผักตบชวย แบบ 70 % - นำจากวันที่ ผักตบชวย ออกนอกพื้นที่เวลา 2 เดือน - คิดต่อ 100 กรัม จำนวน 1 ตัน กิโลกรัม: 20 บาท <u>ถาม</u> 1. หน:นี้ ผักตบชวย เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ 2. จ:ได้เงินเท่าไร	ร่องรอย การทำความเข้าใจ ปัญหาจาก สถานการณ์ ปัญหาที่นักศึกษา ตั้งขึ้น
<u>วิธีทำ</u> นำจากวันที่ ผักตบชวย ออกนอกพื้นที่เวลา 2 เดือน ใน 1 เดือน มี 30 วัน นั่นคือ 60 วัน ผัก 30 วัน จ:ได้ ผักตบชวย แบบ 70 % นั่นคือ ให้เวลา 90 วัน จ:ได้ 70 % แล้ว 60 วัน จ:ได้ $60 \times 70 \div 90 \approx 46.67 \%$ 1 ตัน คือ 1000 กิโลกรัม กิโลกรัม: 20 บาท จ:ได้เงิน 1,000 $\times$ 20 20,000 บาท	ร่องรอย การเลือกใช้ วิธีการ การแบ่งเป็น ปัญหาย่อยในการ แก้ปัญหาจาก สถานการณ์ ปัญหาที่นักศึกษา ตั้งขึ้น
<u>ตอบ</u> หน:นี้ ผักตบชวย เป็น ประมาณ 46.67 % จ:ได้เงิน 20,000 บาท	

ภาพประกอบ 74 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 “มังคุดคั้ด” ของวายุ

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 10 ใบกิจกรรม “จักจั่น” เป็นใบกิจกรรมที่กำหนดข้อมูล/เรื่องราวเกี่ยวกับจักจั่นชนิดหนึ่งในแถบอเมริกาเหนือเรียกว่า periodical cicadas แล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมายทั้ง 4 คน แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาและเขียนอธิบายได้ชัดเจนขึ้นแต่ไม่ปรากฏขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหาและการตรวจสอบคำตอบดังภาพประกอบ 76-77 ในขณะที่นักศึกษาเป้าหมาย วายุ เขียนแสดงขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้นแต่ไม่ปรากฏขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบดังภาพประกอบ 78 มีเพียงนักศึกษาเป้าหมาย เมฆา ที่แสดงวิธีการแก้ปัญหา 2 วิธี โดยแต่ละวิธีเมฆาได้เขียนแสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้อย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 79-80

1.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 1.2 อย่างละเอียด

ปีพ.ศ. 2540	มีเงินต้น 1,000,000 บาท
คิดดอกเบี้ย 1,000,000 K 400 = 400,000,000 บาท	
คิดดอกเบี้ย 80 เปอร์เซ็นต์	$\frac{400,000,000}{100} \times 80 = 320,000,000$ บาท
ปีพ.ศ. 2553	มีเงินต้น 320,000,000 บาท
คิดดอกเบี้ย 10 เปอร์เซ็นต์	$\frac{320,000,000}{100} \times 10 = 32,000,000$ บาท
คิดดอกเบี้ย 1,000,000 K 400 = 400,000,000 บาท	
คิดดอกเบี้ย 80 เปอร์เซ็นต์	$\frac{400,000,000}{100} \times 80 = 320,000,000$ บาท
ปีพ.ศ. 2566	มีเงินต้น 640,000,000 บาท

ร่องรอย
การเลือกใช้ทฤษฎี
การแบ่งเป็น
ปัญหาย่อยในการ
แก้ปัญหามาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 76 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหามาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 “จักจั่น” ของบุหงา

1.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 1.2 อย่างละเอียด

	(15 นาที)	(30 นาที)	(45 นาที)
ครั้งที่ปลูก	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3
1	09.00	09.00	09.00
2	09.15	09.30	09.45
3	09.30	10.00	10.30
4	09.45	10.30	11.15
5	10.00	11.00	12.00
6	10.15	11.30	12.45
7	10.30	12.00	13.15

∴ ครีวแรกปลูกพร้อมกัน 09.00 น. ครีวถัดไปจะปลูกพร้อมกันอีก 1 ชม. 30 นาที
คือเวลา 10.30 น.

ร้องรอย
การเลือกใช้ยุทธวิธี
การสร้างตาราง
ในการแก้ปัญหา
จาก
สถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 77 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 “จักจั่น” ของธารา

1.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 1.2 อย่างละเอียด

จากผลกักตุน	
จักจั่นตัวเมียโตเต็มวัย	จำนวน: 10 ตัว
แต่ละตัววางไข่ได้:	400 ฟอง
วันที่ 1	365 วัน
ไข่แต่ละฟอง:	ฟักตัวอีก 2 สัปดาห์ต่อมา
สิ่งที่จำจกตม	
มีที่จ: มีจักจั่นที่ลงไปนอนที่ตัว	
จัดทำ	
วันที่ 1	1 ตัว
จักจั่นตัวเมียโตเต็มวัย	1 ตัว ไข่ 400 ฟอง
ตัวจักจั่นตัวโตเต็มวัย	10 ตัว ไข่ 4000 ฟอง
วันที่ 1	365 วัน
ถ้า 1 วัน	ไข่ได้ 4,000 ฟอง
แล้วใน 365 วัน	ไข่ได้ $365 \times 4,000 = 1,460,000$ ฟอง
แต่ในแต่ละฟอง:	ฟักตัว อีก 2 สัปดาห์ จึงจะส่งต่อ
2 สัปดาห์ คือ	14 วัน
นั่นคือ หมายความว่า	14 วันสุดท้ายจะไม่ฟักตัวออกมา
ดังนั้น:	เหลือไข่เพียง 351 วัน
ถ้าไข่ 351 ไข่ได้	$351 \times 4,000 = 1,404,000$ ฟอง ที่ฟักตัว
จึง:	มีไข่ที่ไปฟักตัวออกมาได้ $14 \times 4,000 = 56,000$ ฟอง
รวม	มีที่จ: มีจักจั่น 1,404,000 ตัว ที่ลงไปนอน

ร้องรอย
การทำความเข้าใจ
เข้าใจปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ร้องรอย
การเลือกใช้ยุทธวิธี
การแบ่งเป็น
ปัญหาย่อย
ในการแก้ปัญหา
จากสถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 78 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 “จักจั่น” ของวายุ

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 16 เมื่อนักศึกษาได้รับใบกิจกรรม “การปูพื้น” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการปูกระเบื้องโดยใช้อุปกรณ์จัดระยางแนวกระเบื้องที่เรียกว่า “Tile Spacers” ช่วยให้ช่างสามารถเว้นระยะห่างของระยางแนวได้เนตรงและเป็นระเบียบสวยงามแล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา และธราฯ แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้และเขียนอธิบายได้ชัดเจนขึ้นแต่ไม่ปรากฏขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหาและการตรวจสอบคำตอบดังภาพประกอบ 81-82 ในขณะที่นักศึกษาเป้าหมาย วายุ แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้และเขียนอธิบายได้ชัดเจนขึ้นแต่ไม่ปรากฏขั้นตอนการตรวจสอบคำตอบดังภาพประกอบ 83-84 มีเพียงนักศึกษาเป้าหมาย เมฆา ที่แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้อย่างชัดเจนดังภาพประกอบ 85-86

1.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 1.2 อย่างละเอียด

ในข้อที่ 1.2

พื้นที่ปูพื้นคือ 1024 ก^2

ใช้กระเบื้องปูพื้นขนาด $8 \times 8 \text{ ก}$ (ใช้ 2 ขยว)

1. หาพื้นที่ปูพื้น $8 \times 8 \text{ ก}$

พื้นที่ปูพื้น $1024 \div 64 = 16 \text{ แผ่น}$

2. หาพื้นที่ปูพื้น $8 \times 16 \text{ ก}$

พื้นที่ปูพื้น $1024 \div 128 = 8 \text{ แผ่น}$

พื้นที่ปูพื้น $8 \times 16 \text{ ก}$ จำนวน 8 แผ่น

แผ่นปูพื้น Tile spacers ทำแผ่น 18 ชิ้น

ร่องรอย
การเลือกใช้
ยุทธวิธีการ
แบ่งเป็นปัญหา
ย่อยในการ
แก้ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่
นักศึกษาดังขึ้น

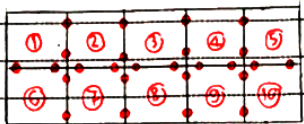
ร่องรอย
การเลือกใช้
ยุทธวิธีการเขียน
ภาพในการ
แก้ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่
นักศึกษาดังขึ้น

ภาพประกอบ 81 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหานักศึกษาดังขึ้น

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของบุนหา

1.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 1.2 อย่างละเอียด

① วาดแผนผังจำลองการปลูกกระป๋อง



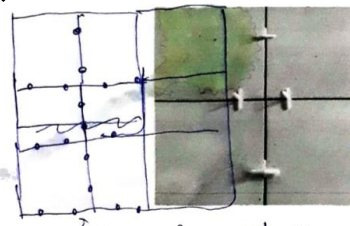
ใช้ Tile Spacers 26 ตัว *

4	4	4	4	2
2	2	2	2	0

2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2

ร่องรอย
การเลือกใช้ทฤษฎี
การเขียนภาพใน
การแก้ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 82 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของธาวา



จำนวน Tile Spacers

ตัวอย่างการวาง Tile Spacers

ร่องรอย
การคาดเดาและ
ตรวจสอบ
คำตอบก่อนการ
แก้ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 83 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของวายุ

1.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 1.2 อย่างละเอียด

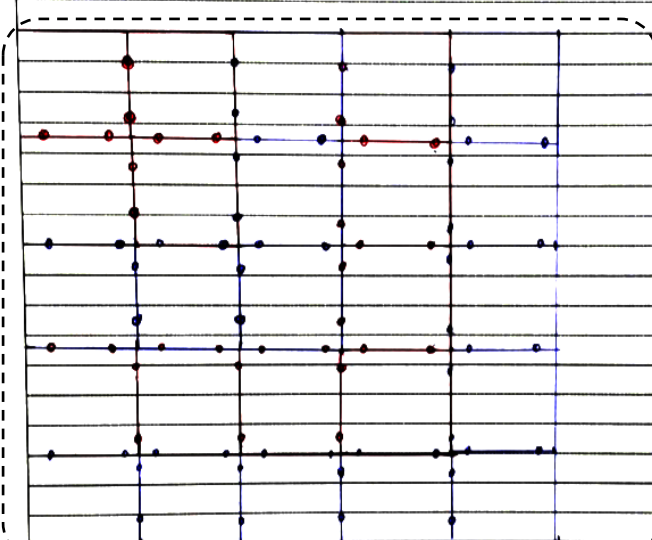
โจทย์กำหนด

- ข. เมื่อ 4 แผ่น ใช้ Tile Spacers 8 แผ่น
- ต่อมาพื้นที่แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส

สิ่งที่โจทย์ถาม

- ถ้าใช้ข. เมื่อไปต่ออีกจากตัว n แผ่น ใช้ Tile Spacers กี่แผ่น

วิธีทำ



ข. เมื่อ	จำนวน Tile Spacers
$4 = 4$	$(4 \times 1) + 4$
$9 = 4 + 5$	$(4 \times 4) + 8$
$16 = 4 + 5 + 7$	$(4 \times 9) + 12$
$25 = 4 + 5 + 7 + 9$	$(4 \times 16) + 16$

ร่องรอย
การทำความเข้าใจ
ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่
นักศึกษาตั้งขึ้น

ร่องรอย
การเลือกใช้ยุทธวิธี
การเขียนภาพใน
การแก้ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 84 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของวายุ

ท. เรียง	จำนวน Tile Spacers
$1 = 1^2$	0
$4 = 2^2$	$(4 \times 1) + (4 \times 1)$
$9 = 3^2$	$(4 \times 2) + (4 \times 2)$
$16 = 4^2$	$(4 \times 3) + (4 \times 3)$
$25 = 5^2$	$(4 \times 4) + (4 \times 4)$
ท. เรียง	จำนวน Tile Spacers
$n=1$ 1^2	$(4 \times 0) + (4 \times 0)$
$n=2$ 2^2	$(4 \times 1) + (4 \times 1)$
$n=3$ 3^2	$(4 \times 2) + (4 \times 2)$
$n=4$ 4^2	$(4 \times 3) + (4 \times 3)$
$n=5$ 5^2	$(4 \times 4) + (4 \times 4)$
$\vdots$	$\vdots$
n n^2	$(4 \times (n-1)) + (4 \times (n-1))$
ท. เรียง	จำนวน Tile Spacers
1^2	$4((1-1)^2 + (1-1))$
2^2	$4((2-1)^2 + (2-1))$
3^2	$4((3-1)^2 + (3-1))$
4^2	$4((4-1)^2 + (4-1))$
5^2	$4((5-1)^2 + (5-1))$
$\vdots$	$\vdots$
n^2	$4((n-1)^2 + (n-1))$
ตอบ	ทุกปัญหามีคำตอบเหมือนกันคือ 4
จำนวน Tile Spacers	n^2 แผ่น
จำนวน Tile Spacers ต่อ	$4((n-1)^2 + (n-1))$ แผ่น

ร่องรอย
การเลือกใช้ทฤษฎี
การค้นหาคำตอบ
รูปแบบการ
แก้ปัญหาจาก
สถานการณ์
ปัญหาที่นักศึกษา
ตั้งขึ้น

ภาพประกอบ 84 (ต่อ) แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น
ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของวายุ

1.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 1.2 อย่างละเอียด

① สิ่งที่ต้องทราบ
 ออกจากการวัดตัวไม้ที่ 1 ในการปูกระเบื้องแล้วตัวไม้ที่ 2 เป็นจำนวนเต็มบวกใดๆ
 เราต้องรู้ Tile Spacers คืออะไร

② สิ่งที่ต้องถาม / ให้อธิบาย
 - ไม้ที่ 1 คือไม้ที่ปูเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาว 6 ซม. และด้านกว้าง 2 ซม.
 - ไม้ที่ 2 คือไม้ที่ปูเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาว 6 ซม. และด้านกว้าง 2 ซม.
 - ไม้ Tile Spacers ขว้างขว้างแผ่นกระเบื้อง 2 ชิ้น

③ แสดงวิธีการคำนวณ
 จากสิ่งที่ต้องถาม / ให้อธิบาย เราสามารถหาคำตอบได้ดังนี้

ไม้ที่ 1 จำนวน 1 x 2 = 2 แผ่น ใช้ Tile Spacers 2 ชิ้น

ไม้ที่ 2 จำนวน 2 x 4 = 8 แผ่น ใช้ Tile Spacers 20 ชิ้น

ไม้ที่ 3 จำนวน 3 x 6 = 18 แผ่น ใช้ Tile Spacers 54 ชิ้น

ไม้ที่ 4 จำนวน 4 x 8 = 32 แผ่น ใช้ Tile Spacers 104 ชิ้น

จาก ตารางข้างต้น เราสามารถหาคำตอบได้ดังนี้

จำนวนแผ่นกระเบื้อง ด้านกว้าง (n แผ่น)	จำนวนแผ่นกระเบื้อง ด้านยาว (m แผ่น)	จำนวน Tile Spacers ตามเส้นขอบ (ชิ้น)	จำนวน Tile Spacers ตามเส้นแนวภายใน (ชิ้น)	รวม Tile Spacers (ชิ้น)
1	2	2	0	2
2	4	$1 \times 3 = 12$	$3 \times 1 = 3$	20
3	6	$6 \times 3 = 18$	$12 \times 2 = 24$	54
4	8	$8 \times 3 = 24$	$16 \times 3 = 48$	104
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
n	2n	$2n(2n-1) = 4n^2 - 2n$	$4n(n-1) = 4n^2 - 4n$	$8n^2 - 6n$

หมายเหตุ : n เป็นจำนวนเต็มบวกใดๆ

จากตารางข้างต้น เราสามารถสรุปได้ว่า

สำหรับจำนวนแผ่นกระเบื้องด้านกว้าง n แผ่น โดยที่ n เป็นจำนวนเต็มบวก เราต้อง
 ใช้ Tile Spacers จำนวน $8n^2 - 6n$ ชิ้น

④ ตรวจสอบคำตอบ
 ตรวจสอบจากสูตรโดยแทนค่า n เป็นจำนวนเต็มบวกด้านกว้างเป็น 1, 2, 3 และ 4 แผ่น
 กรณีที่ จำนวนแผ่นกระเบื้องด้านกว้างเป็น 1 แผ่น เราต้องรู้ Tile Spacers จำนวน
 $n=1$: $8(1)^2 - 6(1) = 8 - 6 = 2$ ชิ้น
 กรณีที่ จำนวนแผ่นกระเบื้องด้านกว้างเป็น 2 แผ่น เราต้องรู้ Tile Spacers จำนวน
 $n=2$: $8(2)^2 - 6(2) = 32 - 12 = 20$ ชิ้น
 กรณีที่ จำนวนแผ่นกระเบื้องด้านกว้างเป็น 3 แผ่น เราต้องรู้ Tile Spacers จำนวน
 $n=3$: $8(3)^2 - 6(3) = 72 - 18 = 54$ ชิ้น
 กรณีที่ จำนวนแผ่นกระเบื้องด้านกว้างเป็น 4 แผ่น เราต้องรู้ Tile Spacers จำนวน
 $n=4$: $8(4)^2 - 6(4) = 128 - 24 = 104$ ชิ้น

เราเห็นว่า จำนวน Tile Spacers ที่ต้องรู้ สอดคล้องกับ ตารางข้างต้น

ร่องรอย
 การทำความเข้าใจปัญหาจาก
 สถานการณ์
 ปัญหาที่นักศึกษา
 ตั้งขึ้น

ร่องรอย
 การเลือกใช้ทฤษฎี
 การเขียนภาพใน
 การแก้ปัญหาจาก
 สถานการณ์
 ปัญหาที่นักศึกษา
 ตั้งขึ้น

ร่องรอย
 การเลือกใช้ทฤษฎี
 การสร้างตาราง
 เพื่อค้นหาแบบรูป
 ในการแก้ปัญหา
 จากสถานการณ์
 ปัญหาที่นักศึกษา
 ตั้งขึ้น

ร่องรอย
 การตรวจสอบ
 ความถูกต้อง
 ของคำตอบ

ภาพประกอบ 85 แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น

ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น” ของเมฆา

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ในช่วงแรกของการเรียนรู้การแก้ปัญหาจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่เขียนแสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้นได้เพียงบางส่วนเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา จากการสังเกตพบว่านักศึกษาส่วนใหญ่เขียนแสดงเพียงขั้นตอนการดำเนินการตามแผนเป็นการลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ แต่มีนักศึกษาบางส่วนและนักศึกษาเป้าหมาย ธารา วายุ เขียนแสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนแต่เขียนอธิบายไม่ชัดเจน มีเพียงเมฆาที่แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้ชัดเจน ในช่วงที่ 2 นักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย บุษงา ธารา และวายุ เขียนแสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนจนกระทั่งสรุปคำตอบที่ชัดเจนได้ ยังคงขาดเพียงขั้นตอนการตรวจสอบผล ในขณะที่เมฆาเขียนแสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนทุกขั้นตอน จนกระทั่งในช่วงที่ 3 นักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมายทั้ง 4 คน แสดงพฤติกรรมการเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้ชัดเจนมากขึ้น สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักศึกษาเป้าหมายว่า การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาจะเป็นแนวทางให้นักศึกษาแต่ละคนพัฒนาการเขียนแสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้ชัดเจนมากขึ้น

2.5 ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies)

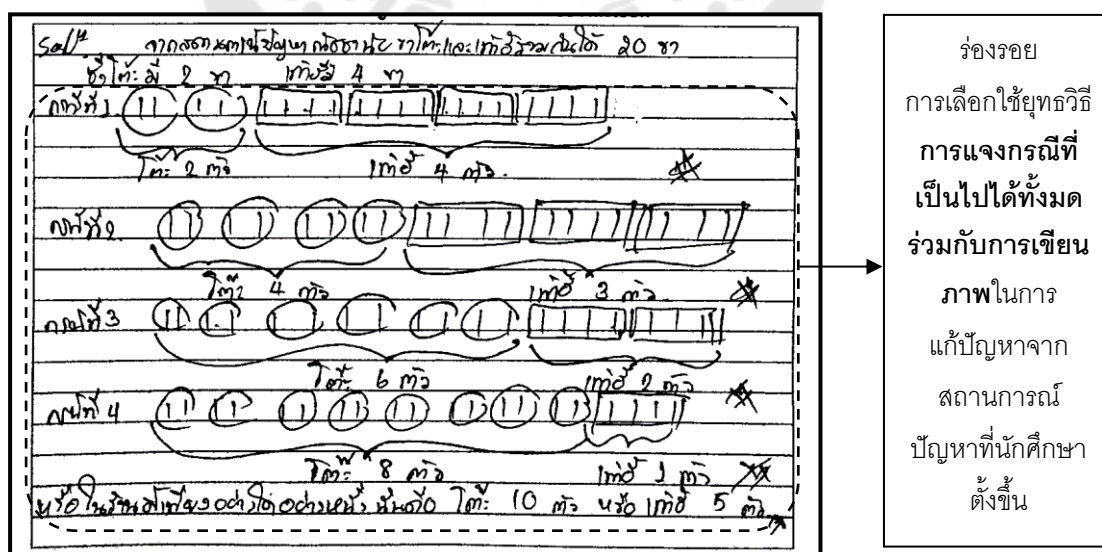
ในการศึกษายุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหานักศึกษาผู้วิจัยพิจารณาจากวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การเขียนภาพหรือแผนภาพ การสร้างตาราง การแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมด การคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนสมการ และอื่น ๆ ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษา ส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีความเหมาะสมกับปัญหาที่ตั้งขึ้น (2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีความเหมาะสมกับปัญหาที่ตั้งขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหามีความเหมาะสมกับปัญหาที่ตั้งขึ้น

ในช่วงแรกของการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 3 เมื่อนักศึกษาได้รับใบกิจกรรม “ซานมไข่มุก” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการ

ส่งเสริมการขายชานมไข่มุกโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตแล้วให้นักศึกษานำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวไปสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม แต่สามารถนำไปสู่คำตอบได้ดังภาพประกอบ 60 ในขณะที่นักศึกษาบางส่วนและนักศึกษาเป้าหมาย ธรา วายุ เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งนักศึกษาส่วนใหญ่ใช้วิธีการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังภาพประกอบ 61-63

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 9 เมื่อนักศึกษาได้รับใบกิจกรรม “แรด” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนของนอแรดแล้วให้นักศึกษานำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวไปสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม แต่ไม่มีการสรุปคำตอบที่ชัดเจน ดังภาพประกอบ 64 ในขณะที่นักศึกษาบางส่วนและนักศึกษาเป้าหมาย ธรา เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และมีการสรุปคำตอบอย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 65 ซึ่งนักศึกษาส่วนใหญ่ใช้วิธีการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด และมีนักศึกษาเป้าหมาย วายุ และเมฆา เลือกการเขียนสมการร่วมกับการสร้างตารางในการหาคำตอบ ดังภาพประกอบ 66-67 ซึ่งมีนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย ใช้ยุทธวิธีมากกว่าหนึ่งยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคือใช้การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดร่วมกับการเขียนภาพในการหาคำตอบ ดังภาพประกอบ 86



ภาพประกอบ 86 การเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 “แรด”
ของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 13 กิจกรรม “ไปรษณีย์” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณค่าขนส่งสินค้าซึ่งแล้วให้นักศึกษานำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวไปสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่ต้งขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย นุหงา ธารา และเมฆา ยังคงเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสามารถสรุปคำตอบได้ชัดเจน ดังภาพประกอบ 68-71 ซึ่งนักศึกษาส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด และมีนักศึกษาเป้าหมาย วายุ ใช้วิธีการเขียนแผนภาพร่วมกับวิธีการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการหาคำตอบ ดังภาพประกอบ 70

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสมแต่สามารถนำไปสู่คำตอบได้และเลือกใช้เพียงยุทธวิธีเดียว เนื่องจากนักศึกษาส่วนใหญ่ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อนจึงใช้การดำเนินการ บวก ลบ คูณหาร ในการหาคำตอบร่วมกับยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ตนเองถนัด ในขณะที่นักศึกษาบางส่วนและนักศึกษาเป้าหมาย ธารา วายุ เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับปัญหาที่ต้งขึ้น เช่น ยุทธวิธีแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด ในช่วงที่ 2 เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์การแก้ปัญหาจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้วนักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย นุหงา ธารา สามารถเลือกยุทธวิธีที่หลากหลายมากขึ้นในการแก้ปัญหา มีนักศึกษาบางส่วนและนักศึกษาเป้าหมาย วายุ และเมฆา เลือกใช้ยุทธวิธีมากกว่า 1 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เช่น ใช้การเขียนสมการร่วมกับการสร้างตาราง หรือ การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดและการเขียนภาพหรือแผนภาพร่วมกัน ซึ่งช่วยให้นักศึกษาสามารถหาคำตอบได้เป็นขั้นเป็นตอนมากขึ้น โดยยังคงแสดงพฤติกรรมเช่นนี้จนสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักศึกษาเป้าหมายทั้ง 4 คน เกี่ยวกับการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) พบว่า สาเหตุที่ทำให้นักศึกษาสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมเนื่องจากการเลียนแบบยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ก่อนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) ในช่วงแรกเมื่อนักศึกษามีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากขึ้นร่วมกับการแลกเปลี่ยนแนวคิด ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาจากการนำเสนอ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหานักศึกษาแต่ละคนหน้าชั้นเรียน ส่งผลให้นักศึกษาปรับเปลี่ยนและเลือก

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ นักศึกษาเป้าหมายยังพบว่าปัญหาที่ตั้งขึ้นนั้นอาจใช้ยุทธวิธีมากกว่า 1 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

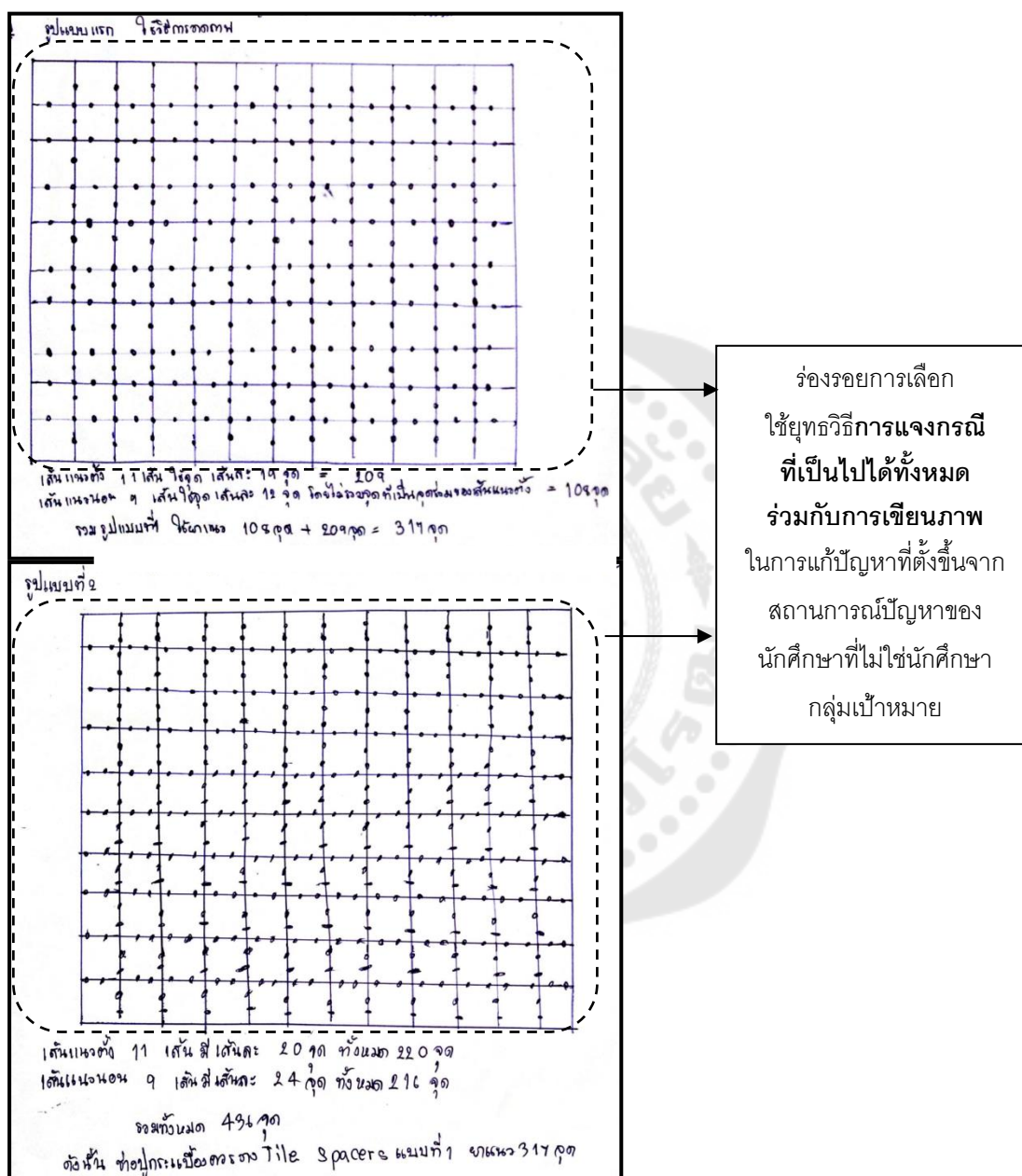
(2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสามารถสรุปคำตอบได้ชัดเจน

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) คาบเรียนที่ 4 ใบกิจกรรม “มั่งคุดคุด” เป็นใบกิจกรรมที่กำหนดข้อมูล/เรื่องราวเกี่ยวกับมั่งคุดคุดแล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย นุหงา ธารา และวายุ เลือกใช้ยุทธวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อยในการแก้ปัญหา ดังภาพประกอบ 72-74 ในขณะที่เมฆาเลือกใช้ยุทธวิธีการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังภาพประกอบ 75

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้คาบเรียนที่ 10 กิจกรรม “จักจั่น” เป็นใบกิจกรรมที่กำหนดข้อมูล/เรื่องราวเกี่ยวกับจักจั่นชนิดหนึ่งในแถบอเมริกาเหนือเรียกว่า periodical cicadas แล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย นุหงา และวายุ เลือกใช้ยุทธวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อยในการแก้ปัญหา ดังภาพประกอบ 76 และ 78 ในขณะที่นักศึกษาเป้าหมาย ธารา เลือกใช้ยุทธวิธีการสร้างตาราง ดังภาพประกอบ 77 ส่วนนักศึกษาเป้าหมาย เมฆา เลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายในการหาคำตอบ ประกอบด้วยการสร้างตาราง ดังภาพประกอบ 79 การเขียนสมการ การคาดเดาและตรวจสอบในการหาคำตอบ ดังภาพประกอบ 80

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 16 กิจกรรม “การปูพื้น” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการปูกระเบื้องโดยใช้อุปกรณ์จัดร่องยาแนวกระเบื้องที่เรียกว่า “Tile Spacers” ช่วยให้ช่างสามารถเว้นระยะห่างของร่องยาแนวได้แนวตรงและเป็นระเบียบสวยงามแล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย นุหงา และธารา เลือกใช้ยุทธวิธีการเขียนภาพหรือแผนภาพ ดังภาพประกอบ 81-82 ในขณะที่วายุเลือกใช้ยุทธวิธีการเขียนภาพ และการค้นหาแบบรูปในการหาคำตอบ ดังภาพประกอบ 84 ส่วนเมฆา เลือกใช้ยุทธวิธีการเขียนภาพหรือแผนภาพร่วมกับการสร้างตารางเพื่อค้นหาแบบรูป ดังภาพประกอบ 85 และมีนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย

ใช้ยุทธวิธีมากกว่า 1 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาคือใช้การแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดร่วมกับการเขียนภาพในการหาคำตอบ ดังภาพประกอบ 87



ภาพประกอบ 87 การเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 16 “การปูพื้น”
ของนักศึกษาที่ไม่ใช่นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อยในการแก้ปัญหา เนื่องจากปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้นยังไม่มี ความซับซ้อนมากนัก อีกทั้งเป็นกิจกรรมที่ไม่คุ้นเคยในการตั้งปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดให้ ดังนั้นนักศึกษาจึงใช้ประสบการณ์เดิมมาแก้ปัญหา ต่อมาในช่วงที่ 2 เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์การเลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และการแก้ปัญหาจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) ในช่วงแรก ส่งผลให้นักศึกษาส่วนใหญ่ร่วมกับนักศึกษาเป้าหมายสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม หลากหลายมากยิ่งขึ้น และอาจใช้ยุทธวิธีมากกว่า 1 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งยุทธวิธีที่นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมด การสร้างตาราง การเขียนภาพหรือแผนภาพ การเขียนสมการ การคาดเดาและตรวจสอบ ในการหาคำตอบ และการค้นหาแบบรูป โดยยังคงแสดงพฤติกรรมเช่นนี้จนสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักศึกษาเป้าหมายทั้ง 4 คน เกี่ยวกับการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) พบว่า การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหานักศึกษาแต่ละคนส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ถึงการเลือกยุทธวิธีนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากประสบการณ์การแก้ปัญหาในตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) ร่วมกับการแก้ปัญหาจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) ส่งผลให้นักศึกษาต้องการแสวงหายุทธวิธีที่แปลกใหม่และแตกต่างจากยุทธวิธีที่ตนเองใช้เพื่อให้ได้ยุทธวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแก้ปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้น

2.5 ความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability)

ในการศึกษาความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability) ผู้วิจัยพิจารณาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้นเป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และนำไปสู่การหาผลเฉลยได้ ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถตั้งปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริงดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และนำไปสู่การหาผลเฉลยได้เพียงบางส่วน เช่นเดียวกับ (2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) ด้านการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถตั้งปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และนำไปสู่การหาผลเฉลยได้เพียงบางส่วน

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 3 กิจกรรม “ขานมไข่มุก” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการส่งเสริมการขายขานมไข่มุกโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตแล้วให้นักศึกษานำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวไปสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาดังตั้งขึ้นแล้วทำการตรวจสอบคำตอบ นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา ธราภา วายุ สามารถตั้งปัญหาที่ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม จนกระทั่งหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งขึ้นได้ แต่ไม่ได้ทำการตรวจสอบผลเฉลย ดังภาพประกอบ 60-62 ส่วนเมฆาได้แสดงการตรวจสอบผลเฉลยเป็นการยืนยันว่าสถานการณ์ปัญหาที่เมฆาตั้งขึ้นเป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และนำไปสู่การหาผลเฉลยได้ ดังภาพประกอบ 63 ทั้งนี้มีนักศึกษาบางส่วนที่ไม่ใช่ นักศึกษาเป้าหมายสามารถตั้งปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริงแต่เงื่อนไขและข้อความยังไม่ชัดเจน ดังภาพประกอบ 88 ส่งผลให้การเลือกใช้ยุทธวิธีการแจงกรณีไม่สามารถแจงกรณีได้ครอบคลุมเงื่อนไขที่ตั้งไว้ทั้งเมื่อได้ผลเฉลยและนักศึกษาไม่ได้ทำการตรวจสอบผลเฉลยจึงไม่สามารถหาผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งขึ้นได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ดังภาพประกอบ 89

2.2 จากสถานการณ์ข้างต้น ให้สร้างสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนด

ร้านของฝากที่วันอาทิตย์สมบูรณ์มีของสดกึ่งแห้งของทะเลและผลไม้ 30 บาท
 ซึ่งการรับซื้อเป็นวิธีดังนี้

กล้วย	2 กิโลกรัม	แอปเปิ้ล	1 กิโลกรัม
กล้วย	3 กิโลกรัม	แอปเปิ้ล	80 บาท
กล้วย	5 กิโลกรัม	แอปเปิ้ล	140 บาท

กล้วย 2 กิโลกรัม 250 บาท กล้วย 3 กิโลกรัม 80 บาท กล้วย 5 กิโลกรัม 140 บาท แอปเปิ้ล 1 กิโลกรัม

โปรดใช้คำอธิบายให้ชัดเจน และแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

ร่องรอยการตั้ง
 สถานการณ์ปัญหา
 ของนักศึกษาที่ไม่
 ใช้นักศึกษากลุ่ม
 เป้าหมายที่ใช้
 คำถามไม่ชัดเจน

ภาพประกอบ 88 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว
 (Problem reformulation) ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรม “ชานมไข่มุก” ของนักศึกษาที่ไม่ใช่
 นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย

2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2 อย่างละเอียด

กล้วย 2 กิโลกรัม 250 บาท แอปเปิ้ล 1 กิโลกรัม 80 บาท
 กล้วย 3 กิโลกรัม 80 บาท
 กล้วย 5 กิโลกรัม 140 บาท แอปเปิ้ล 1 กิโลกรัม

วิธีที่ 1. กล้วย 5 กิโลกรัม 140 บาท
 กล้วย 3 กิโลกรัม 80 บาท
 กล้วย 1 กิโลกรัม 30 บาท

วิธีที่ 2. กล้วย 9 กิโลกรัม 250 บาท และแอปเปิ้ล 1 กิโลกรัม

วิธีที่ 3. กล้วย 2 กิโลกรัม 250 บาท กล้วย 4 กิโลกรัม 80 บาท
 กล้วย 8 กิโลกรัม 80 บาท แอปเปิ้ล 1 กิโลกรัม 80 บาท

วิธีที่ 4. กล้วย 2 กิโลกรัม 250 บาท กล้วย 4 กิโลกรัม 80 บาท
 กล้วย 3 กิโลกรัม 80 บาท กล้วย 1 กิโลกรัม 30 บาท
 เงินรวมทั้งหมด $250 + (80 \times 2) + 30 = 440$ บาท
 กล้วย 9 กิโลกรัม 250 บาท แอปเปิ้ล 1 กิโลกรัม

ดังนั้น การเลือกวิธีที่ 3.

ร่องรอยการแก้ปัญหา
 ของนักศึกษาที่ไม่ใช่
 นักศึกษากลุ่ม
 เป้าหมายสรุปผลเฉลย
 ได้ไม่ถูกต้องเนื่องจาก
 ไม่มีการตรวจสอบผล
 เฉลยว่าผลเฉลยที่ได้
 ตรงกับข้อคำถาม
 หรือไม่จากข้อคำถาม
 ต้องได้แค่รวมกับ
 น้ำส้มและนักศึกษา
 ไม่ได้แสดงเหตุผลว่า
 ความคุ้มค่าในการเลือก
 วิธีการที่ 3
 คืออะไร ระหว่าง
 การซื้อเค้กได้ใน
 ปริมาณมากหรือ
 จำนวนน้ำส้มที่แถม
 หรือจำนวนเงินที่เหลือ

ภาพประกอบ 89 การแสดงวิธีการหาผลเฉลยในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรม “ชานมไข่มุก”
 ของนักศึกษาที่ไม่ใช่ นักศึกษากลุ่มเป้าหมาย

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 9 กิจกรรม “แรด” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนของนอแรดแล้วให้นักศึกษานำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวไปสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่พร้อมดำเนินการแก้ปัญหานั้น นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา สามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม แต่ไม่มีการสรุปผลเฉลยที่ชัดเจน ดังภาพประกอบ 57 ในขณะที่นักศึกษาบางส่วนและนักศึกษาเป้าหมาย ธารา และวายุ สามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสมรวมถึงมีการสรุปผลเฉลยอย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 65-66 ส่วนนักศึกษาเป้าหมาย เมฆา สามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม สรุปผลเฉลยได้อย่างชัดเจนและมีการตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลย ดังภาพประกอบ 67

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 13 กิจกรรม “โปรขณีย์” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณค่าขนส่งสินค้าซึ่งให้นักศึกษานำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวไปสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่พร้อมดำเนินการแก้ปัญหานั้น นักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา ธารา สามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสมและสามารถสรุปผลเฉลยได้ชัดเจนขึ้น ดังภาพประกอบ 68-70 ส่วนเมฆายังคงสร้างสถานการณ์ปัญหา เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม สรุปผลเฉลยได้อย่างชัดเจนและมีการตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลยอย่างสม่ำเสมอ ดังภาพประกอบ 71

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่ตั้งขึ้นแต่ไม่สามารถสรุปผลเฉลยได้ถูกต้องสมบูรณ์เนื่องจากนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลยว่าผลเฉลยที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือข้อคำถามที่กำหนดไว้ในสถานการณ์ปัญหาที่ตนเองได้ตั้งขึ้นหรือไม่ ในช่วงที่ 2 เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์จากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้วนักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา ธารา ยังคงสามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม สามารถสรุปผลเฉลยได้ถูกต้อง ทั้งนี้ยังคงมีนักศึกษาบางส่วนที่ไม่ตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลยว่า

ผลเฉลยที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือข้อคำถามที่กำหนดไว้จึงทำให้ผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกจริงได้เพียงบางส่วนเท่านั้น โดยนักศึกษาส่วนใหญ่ยังคงแสดงพฤติกรรมเช่นนี้จนสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์ นักศึกษาเป้าหมายทั้ง 4 คน เกี่ยวกับการตรวจสอบความสมเหตุสมผล ของปัญหาจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหามathematicsทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) พบว่า สาเหตุที่ทำให้ นักศึกษาสามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริงได้นั้น มาจากประสบการณ์ในการแก้ปัญหาลแล้วตั้งปัญหาในกิจกรรมก่อนหน้า ร่วมกับการนำเสนอ/ แลกเปลี่ยนแนวคิดในการตั้งปัญหา/แก้ปัญหานักศึกษาแต่ละคนหน้าชั้นเรียน ส่งผลให้ นักศึกษานำแนวคิดของเพื่อนที่น่าสนใจไปต่อยอด ปรับเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหาให้เป็นปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริงชัดเจนขึ้นโดยเริ่มจากการมองวิถีชีวิตรอบ ๆ ตัว ข่าวสารหรือการดำรงชีวิตในแต่ละวัน ซึ่งบางสถานการณ์ก็นำแนวคิดที่ผู้สอนเสนอแนะไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ในชั้นเรียนร่วมกับการค้นคว้าศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม ทำให้นักศึกษาสามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริงได้ชัดเจนขึ้น

(2) ด้านการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถตั้งปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริงดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และนำไปสู่การหาผลเฉลยได้เพียงบางส่วน

ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) คาบเรียนที่ 4 ใ้กิจกรรม “มั่งคุดคุด” เป็นใ้กิจกรรมที่กำหนดข้อมูล/เรื่องราวเกี่ยวกับมั่งคุดคุดแล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต พร้อมดำเนินการแก้ปัญหที่ต้งขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษเป้าหมาย บุนหา ธารา วายุ สามารถตั้งปัญหาที่ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้สถานการณ์หรือผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้สามารถนำไปใช้ในโลกจริงได้เพียงบางส่วน เพราะนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้ทำการตรวจสอบผลเฉลยว่ามีความสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือข้อคำถามที่ตนเองได้ตั้งขึ้นหรือไม่ ดังภาพประกอบ 72-74 มีเพียงนักศึกษเป้าหมาย เมษา ที่ทำการตรวจสอบคำตอบ ดังภาพประกอบ 75

ในช่วงที่ 2 ของกิจกรรมการเรียนรู้คาบเรียนที่ 10 กิจกรรม “จักจั่น” เป็นใ้กิจกรรมที่กำหนดข้อมูล/เรื่องราวเกี่ยวกับจักจั่นแล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต พร้อมดำเนินการแก้ปัญหที่ต้งขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษเป้าหมาย บุนหา และวายุ สามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่

ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม มีการสรุปผลเฉลยที่ชัดเจนมากขึ้น ดังภาพประกอบ 76-78 ในขณะที่ เมฆา สามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมรวมถึงมีการสรุปผลเฉลยอย่างชัดเจน มีการตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลย ดังภาพประกอบ 80

ในช่วงที่ 3 ของกิจกรรมการเรียนรู้ คาบเรียนที่ 16 เมื่อนักศึกษาได้รับใบกิจกรรม “การปูพื้น” เป็นสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักศึกษาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์จัดรองเท้าแนวในการกระเบื้องแล้วให้นักศึกษานำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต พร้อมดำเนินการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น นักศึกษาส่วนใหญ่รวมถึงนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา ธารา และวายุ ยังคงสามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสามารถสรุปผลเฉลยได้ชัดเจนขึ้น ดังภาพประกอบ 81-84 ส่วนเมฆายังคงแสดงให้เห็นว่าสถานการณ์และผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกจริงได้ และเมฆายังแสดงการตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลยอย่างสม่ำเสมอพร้อมกับการสรุปผลเฉลยได้อย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 85

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้แต่ไม่สามารถสรุปผลเฉลยได้ถูกต้องสมบูรณ์เนื่องจากนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลย ในช่วงที่ 2 เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์จากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มาแล้วนักศึกษาส่วนใหญ่และนักศึกษาเป้าหมาย บุนหา ธารา สถานการณ์ปัญหาและผลเฉลยของปัญหาที่สร้างขึ้นมีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกจริงได้บางส่วน นักศึกษา มีการสรุปผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้นแต่ยังคงไม่แสดงการตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลยว่าผลเฉลยที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือข้อคำถามที่กำหนดไว้ มีเพียงเมฆาที่ยังคงแสดงการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้อย่างสม่ำเสมอ โดยนักศึกษาส่วนใหญ่ยังคงแสดงพฤติกรรมเช่นนี้จนสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในช่วงที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักศึกษาเป้าหมายทั้ง 4 คน เกี่ยวกับการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของปัญหาจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) พบว่า สาเหตุที่ทำให้สถานการณ์ปัญหาและผลเฉลยของปัญหาที่สร้างขึ้นมีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกจริงได้บางส่วนนั้นมาจากการมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหามากขึ้นทำให้ทุกครั้งในการตั้งปัญหา

ใหม่จะตระหนักถึงความผิดพลาดในการตั้งปัญหาจากกิจกรรมก่อนหน้านี้ ร่วมกับการนำเสนอ/ แลกเปลี่ยนแนวคิดในการตั้งปัญหา/แก้ปัญหานักศึกษาแต่ละคนหน้าชั้นเรียน ส่งผลให้นักศึกษามีความรอบคอบมากขึ้น แต่ด้วยความเคยชินในการแสดงวิธีการแก้ปัญหามิได้มีการตรวจสอบคำตอบจึงทำให้สถานการณ์ที่ตั้งขึ้นและผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้เพียงบางส่วนเท่านั้น



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมาย สมมติฐานและวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครุคณิตศาสตร์
2. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต
4. เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนการสอนด้วยกิจกรรมที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต

สมมติฐานการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 60/60
2. นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต มีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการแบ่งเป็น 3 ระยะ ประกอบด้วย ระยะที่ 1 สำรวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย และระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

ระยะที่ 1 สํารวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

ในระยะที่ 1 การสํารวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 การกำหนดกลุ่มเป้าหมายสำหรับศึกษาสภาพการเรียนการสอน

กลุ่มเป้าหมายสำหรับศึกษาสภาพการเรียนการสอน คือ อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 5 คน โดยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ใน 2 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์และ (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์

ครูพี่เลี้ยงของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 10 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 10 คน โดยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของครูพี่เลี้ยงใน 2 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยงและ (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง

นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 45 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง โดยทำการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาครูใน 3 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู (2) ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูและ (3) ด้านความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

1.2 การกำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

การกำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ผู้วิจัย ดำเนินการดังนี้ (1) การวิเคราะห์เชิงเอกสาร เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์

ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ และ (2) การสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามเพื่อสอบถามและสัมภาษณ์สภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยงและ ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของครูพี่เลี้ยง และเพื่อสอบถามและทดสอบความสามารถของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ได้แก่ ด้านความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู ด้านสภาพการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูและด้านความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู

1.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น (1) เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากอาจารย์ และครูพี่เลี้ยง ได้แก่ แบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงเพื่อสำรวจและตรวจสอบความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยง และแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงเพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับแนวการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยง และ (2) เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ได้แก่ แบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

หลังจากที่สร้างเครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำเครื่องมือวิจัยทั้งหมดเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านการพิจารณาแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ หลังจากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้เครื่องมือวิจัยตามที่กำหนด

1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 1) การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจาก

อาจารย์และครูพี่เลี้ยงโดยผู้วิจัยนำแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับอาจารย์และครูพี่เลี้ยงที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย และสัมภาษณ์ครูอาจารย์และครูพี่เลี้ยงที่เป็นกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย สัมภาษณ์นักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายโดยใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักศึกษาครูชั้นปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 1) การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามจากอาจารย์และครูพี่เลี้ยงนำแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับอาจารย์และครูพี่เลี้ยงที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และนำผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ และ 2) การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามจากนักศึกษาครูคณิตศาสตร์โดยนำแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และนำผลการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย

ในระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 การกำหนดกลุ่มทดลองนำร่อง

กลุ่มทดลองนำร่องในการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 5 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จำนวน 21 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยเลือกแบบเจาะจง และใช้เวลาในช่วงนอกเวลาเรียนปกติ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับสูง ปานกลาง และต่ำ โดยผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 3 ครั้ง ดังนี้

2.1.1 การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยของสถานการณ์ปัญหาและข้อคำถาม ของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ใช้ นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 1 คน

2.1.2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ใช้ นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน และเป็นนักศึกษาที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มรายบุคคล

2.1.3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ใช้ นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ จำนวน 12 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มรายบุคคลและกลุ่มย่อย

2.2 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการกำหนดกรอบแนวคิด ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการศึกษา 1) สภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยง และนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 2) กระบวนการตั้งปัญหาของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) และ 3) แนวทางการวัดผลประเมินผลมากำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอน โดยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่

เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 16 แผน แบ่งเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลองการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) จำนวน 6 แผน สลับกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) จำนวน 6 แผน แผนละ 180 นาที และระยะเวลาในการทดสอบหลังเรียน 4 คาบเรียน โดยเป็นเวลานานอกเหนือจากเวลาเรียน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ จำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์โดยในกิจกรรมการเรียนการสอนนี้นักศึกษาครุคณิตศาสตร์จะได้เรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของซิลเวอร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) กิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยให้นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วทำการปรับปรุงข้อมูลหรือขยายเงื่อนไขจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ (Problem reformulation) และ 2) กิจกรรมการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยให้นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ดำเนินการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) โดยเลือกใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (non-routine problems) และปัญหาการประยุกต์หรือปัญหาสถานการณ์ (applied problems or situation problems) ที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง (real life problems) ซึ่งนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ต้องนำข้อมูลหรือเงื่อนไขหรือประเด็นสำคัญต่าง ๆ ที่กำหนดให้มาใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงแนวคิด/วิธีการ ในการหาคำตอบของปัญหาที่ตั้งขึ้น

2.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ คือ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 16 แผน แผนละ 180 นาที 2) เครื่องมือสำหรับการวัดผลประเมินผลการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุ และ 4) แบบสัมภาษณ์กระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุ เพื่อสอบถามเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์เป็นนักศึกษาครุคณิตศาสตร์เป้าหมายแต่ละคน หลังสิ้นสุดคาบเรียนการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาแต่ละครั้ง

หลังจากที่สร้างเครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำเครื่องมือวิจัยทั้งหมดเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านการพิจารณาแล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ หลังจากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้เครื่องมือวิจัยตามที่กำหนด

2.4 การหาประสิทธิภาพของของกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือวิจัย

ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มนร้งเป็นนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 21 คน ดังนี้

2.4.1 การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยของสถานการณ์ปัญหาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ให้นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะโดยให้นักศึกษาทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้แล้วลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

2.4.2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยของสถานการณ์ปัญหาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ให้นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะโดยให้นักศึกษาทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้แล้วลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

2.4.3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยของสถานการณ์ปัญหาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหา ให้นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ จำนวน 12 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงโดยให้นักศึกษาทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาหรือข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้แล้วลงมือปฏิบัติกิจกรรม เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จากนั้นนำข้อมูลมาหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ในการทดลองภาคสนามอีกครั้ง

ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

ในระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 4 มีขั้นตอนในการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จำนวน 32 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยเลือกแบบเจาะจง และใช้เวลาในช่วงนอกเวลาเรียนปกติ โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วแบ่งนักศึกษาออกเป็น ออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ซึ่งในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับสูงจำนวน 1 คน นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับปานกลาง 2 คน และนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับต่ำ จำนวน 1 คน

จากนั้นผู้วิจัยเลือกนักศึกษาที่กล้าแสดงออก มีความสามารถในการสื่อสารและนำเสนอแนวคิดของตนเองได้ดีเป็นนักศึกษาเป้าหมาย (Target student) จำนวน 4 คน ซึ่งได้จากการสอบถามและสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย และพิจารณาจากงานเขียน การสัมภาษณ์ แบบสังเกตพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยนักศึกษาเป้าหมายประกอบด้วย นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับสูงจำนวน 1 คน นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับปานกลาง 2 คน และนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับต่ำ จำนวน 1 คน เพื่อศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรม

การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต แล้วสัมภาษณ์การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาเป้าหมายแต่ละคนหลังสิ้นสุดคาบเรียนแต่ละครั้ง

3.2 การกำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 4

การกำหนดกรอบแนวคิดขั้นตอน/วิธีการ ในการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยศึกษากรอบแนวคิดในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของซิลเวอร์ซึ่งเป็นกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการปรับปรุงข้อมูล ขยายเงื่อนไขเดิมที่เคยแก้มาแล้ว หรือสร้างสรรค์ใหม่มาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดให้ และกรอบแนวคิดการประเมินการตั้งปัญหาใน 5 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านบริบทของปัญหา (Context) (2) ด้านภาษา (Language) (3) ด้านปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable) (4) ด้านยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา (Mathematical Strategies) และ (5) ด้านความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability)

3.3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 1) แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบหลังการทดลอง (One Group Posttest-Only Design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่างและทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วพิจารณาผลการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพกับข้อมูลที่ได้จากผลการทดลอง และ 2) การดำเนินการทดลอง ใช้เวลาในการดำเนินการทดลองทั้งหมด 16 ครั้ง ครั้งละ 180 นาที โดยแบ่งเป็นเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของซิลเวอร์ซึ่งเป็นกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการปรับปรุงข้อมูล ขยายเงื่อนไขเดิมที่เคยแก้มาแล้ว จำนวน 6 ครั้ง สลับกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของซิลเวอร์โดยสร้างสรรค์ใหม่มาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดให้ จำนวน 6 ครั้ง และการทดสอบหลังเรียน 4 ครั้ง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยใช้เวลานอกเหนือจากเวลาปกติในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนและผู้สังเกตการณ์ โดยอาจารย์ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยวิจัย บันทึกพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิต ของนักศึกษาเป้าหมายและสมาชิกในกลุ่มขณะลง

มือแก้ปัญหาและตั้งปัญหา ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนมีการใช้กล้องวิดีโอเพื่อ บันทึกรายละเอียดของการจัดกิจกรรมและสัมภาษณ์นักศึกษาเป้าหมายหลังสิ้นสุดกิจกรรม

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยนำคะแนนจากใบกิจกรรมรายบุคคลและคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ หลังจากดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเสร็จสิ้นมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วหาหาจำนวนนักศึกษาที่มีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม จากนั้นทดสอบสมมติฐานที่ว่านักศึกษาครุคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมดโดยการทดสอบทวินาม สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยพิจารณาจากงานเขียนพฤติกรรมและการแสดงออกของนักศึกษาขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตโดยนำแบบสังเกตพฤติกรรม แบบสัมภาษณ์มาวิเคราะห์พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่ (1) บริบทของปัญหา (Context) (2) ภาษา (Language) (3) ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable) (4) ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา (Mathematical Strategies) และ (5) ความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability) และ 2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ และการทดสอบสมมติฐานการวิจัย คือ การทดสอบทวินาม

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปและอภิปรายผลการวิจัยผู้วิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ ตามวิธีการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย ระยะที่ 1 สำรวจและศึกษาสภาพการเรียนรู้การสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ระยะเวลาที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย และระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

ระยะที่ 1 สํารวจและศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

ในการศึกษาสภาพการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษา (1) ความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (2) การจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์และ (3) ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 ความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

อาจารย์มีคะแนนเฉลี่ยของความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาความเชื่อของอาจารย์แต่ละด้านพบว่าคะแนนความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก ส่วนคะแนนของความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเชื่อของอาจารย์แต่ละข้อ พบว่า คะแนนความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด 2 อันดับแรก ซึ่งเป็นความเชื่อที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์มีความเที่ยงตรงแม่นยำ และตายตัวเสมอ” และ (2) ความเชื่อที่ว่า “คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเลขคณิตประกอบด้วย บวก ลบ คูณ หาร” ซึ่งทั้งสองเป็นความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาต่าง ๆ ซึ่งส่วนมากเป็นวิชาเกี่ยวข้องกับความรู้เฉพาะด้านในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ เน้นการใช้ความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้สอนนักเรียนหรือเป็นพื้นฐานสำหรับศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นอาจารย์จึงมุ่งเน้นที่จะให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีต่าง ๆ ผูกแก้ปัญหา แล้วค้นหาคำตอบที่ถูกต้องและแม่นยำตามทฤษฎีนั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์อาจารย์พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามโครงสร้างและเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องด้วยการยกตัวอย่าง แสดงตัวอย่างให้นักศึกษาดูประกอบการอธิบาย แล้วให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด และทดสอบ ซึ่งเป็นวิธีการที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาหาเพียงคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น

ในขณะที่ครูพี่เลี้ยงมีความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาความเชื่อของครูพี่เลี้ยงแต่ละด้าน พบว่า คะแนนความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ คะแนนความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และคะแนนความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมากเช่นกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเชื่อของครูแต่ละข้อ พบว่าคะแนนของความเชื่อที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด 2 อันดับแรก ซึ่งเป็นความเชื่อที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อย ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์มีความเที่ยงตรงแม่นยำ และตายตัวเสมอ” และ (2) ความเชื่อที่ว่า “คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการดำเนินการเลขคณิต ประกอบด้วย บวก ลบ คูณ หาร” ซึ่งทั้งสองเป็นความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากครูพี่เลี้ยงในระดับประถมศึกษาบางคนสอนไม่ตรงวิชาเอกที่สอน ครูต้องสอนหลายกลุ่มสาระการเรียนรู้ทำให้เตรียมการสอนไม่ทัน ครูจึงจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ตามหนังสือของสำนักพิมพ์เอกชน รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครูจึงเป็นการสอนแบบบรรยายโดยการอธิบายความรู้และบอกให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามคำบอก ตามใบงาน เอกสารที่มีอยู่แล้วครูไม่ได้ออกแบบหรือตั้งโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง ครูจึงเชื่อว่าผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น แม้แต่ครูพี่เลี้ยงในระดับมัธยมศึกษาที่สอนตรงเอก มีความรู้ลึกซึ้งมากกว่าก็จัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากครูในระดับประถมศึกษาที่สอนไม่ตรงวิชาเอก สอนโดยการอธิบายความรู้และบอกให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามคำบอกความรู้แก่นักเรียน เน้นการฝึกทำโจทย์เพียงเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์ครูว่า ในการจัดการเรียนการสอนด้วยการตั้งปัญหาขึ้นมาใหม่ต้องใช้เวลามากครูมีประสบการณ์น้อยจึงไม่ถนัดประกอบกับครูมีภาระหน้าที่หลายอย่างนอกเหนือจากการจัดการเรียนการสอนเพียงอย่างเดียว และรายวิชาคณิตศาสตร์ยิ่งเรียนมากขึ้นความเป็นนามธรรมก็มากขึ้น เนื้อหามากขึ้น เวลาสอนไม่เพียงพอที่จะให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ เสนอแนวคิดต่าง ๆ หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการหาคำผลลัพธ์

ส่วนนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 มีความเชื่อของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาความเชื่อของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 แต่ละด้าน พบว่า คะแนนความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ คะแนนความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์และคะแนนของความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมากเช่นกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความเชื่อของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 แต่ละข้อ พบว่าคะแนนความเชื่อที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตน้อยที่สุด

2 อันดับแรก ได้แก่ (1) ความเชื่อที่ว่า “คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการดำเนินการเลขคณิต ประกอบด้วย บวก ลบ คูณ หาร” และ (2) ความเชื่อที่ว่า “ผลลัพธ์ในวิชาคณิตศาสตร์มีความเที่ยงตรงแม่นยำ และตายตัวเสมอ” ซึ่งทั้งสองเป็นความเชื่อที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ นอกจากนั้นแล้วเป็นที่น่าสังเกตว่าคะแนนความเชื่อที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตอยู่ในระดับน้อยและใกล้เคียงกับ 2 อันดับแรก คือ ความเชื่อที่ว่า “การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่แยกออกจากกันได้” ซึ่งเป็นความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการที่นักศึกษาครูมีคะแนนความเชื่อที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อย เพราะส่วนใหญ่แล้วนักศึกษามีความถนัดในการทำโจทย์เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องกันเพียงอย่างเดียวโอกาสในการฝึกตั้งปัญหา แก้ปัญหาและหาคำตอบด้วยตนเองมีน้อย ทั้งในการปฏิบัติการสอนในชั้นเรียน นักศึกษาก็นำตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาจากตำราหรือหนังสือเรียนที่ผู้สอนแนะนำให้มาเขียนในแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้สำหรับการทดลองสอน ทำให้นักศึกษาไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหากับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์นักศึกษาครูที่ให้ข้อมูลว่า ในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ นักศึกษาก็จะใช้โจทย์ที่มีอยู่แล้วในหนังสือเรียน แบบฝึกหัด อินเทอร์เน็ต หรือเอกสารตำราต่าง ๆ เขียนลงในแผนโดยไม่ได้ทำการปรับเปลี่ยนข้อมูลและเงื่อนไขใด ๆ ของปัญหาจึงส่งผลให้นักศึกษามีประสบการณ์น้อยในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 ส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) โดยการเปลี่ยนแปลงข้อมูลและเงื่อนไขเพียงเล็กน้อยในบริบทของสถานการณ์ปัญหาเดิม เขียนข้อความในสถานการณ์เป็นประโยคที่อ่านแล้วพอสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วนยังไม่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ และมีบางส่วนเขียนข้อความในสถานการณ์เป็นวลี ไม่ปรากฏร่องรอยการเขียนอธิบายขั้นตอนของแก้ปัญหา การเขียนยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหารวมไปถึงการเขียนการเขียนความสมเหตุสมผลของผลเฉลย สอดคล้องกับผลการศึกษาของเหลียง (Leung, 2013, p. 113) ที่พบว่า นักเรียนจะตั้งคำถามคล้ายคลึงกับคำถามของครูที่ยกเป็นตัวอย่างก่อนหน้า และ การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่ทำการเลียนแบบสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว ส่งผลให้สถานการณ์ปัญหาที่ตั้งขึ้นมีบริบทที่ไม่แตกต่างจากบริบทเดิม หรืออาจมีแตกต่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้นภาษาที่ใช้ยังไม่ชัดเจนสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน เขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหามีเพียงบางส่วน ไม่เป็น

ระบบ มีการใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาเพียงยุทธวิธีเดียว นอกจากนั้นสถานการณ์ที่เขียนมีข้อมูล และเงื่อนไขบางส่วนที่เป็นไปไม่ได้และไม่สามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้ จากผลการศึกษาดังกล่าว สะท้อนให้เห็นว่านักศึกษามีประสบการณ์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ทรงชัย อักษรคิด (2553b, น. 65) ที่พบว่า เมื่อให้นักศึกษาครู แก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรือตั้งปัญหาพร้อมทั้งเขียนวิธีแก้ปัญหาและหาคำตอบ นักศึกษาจะเขียน อธิบายไม่เป็นระบบ ไม่เป็นขั้นตอน และเมื่อได้คำตอบก็ไม่ได้ทบทวนกลับไปตรวจสอบว่าคำตอบ นั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ เนื่องจากนักศึกษาไม่เคยมีประสบการณ์ในการตั้งปัญหามาก่อน ไม่เคย เรียนรู้เทคนิคหรือขั้นตอนการตั้งปัญหาที่ดี แต่ยอมรับว่าการตั้งปัญหาเป็นเรื่องสำคัญสำหรับครูที่ จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ระยะที่ 2 การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่ เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและ พิชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์และเครื่องมือวิจัย

การพัฒนาการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ และหาคุณภาพของเครื่องมือพบว่า พบว่า กิจกรรมการ เรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 67.54/66.82 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 60/60 แสดงว่า กิจกรรมการเรียนการสอน ที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 60/60 ทั้งนี้อาจเรื่องมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อ พัฒนาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้สร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดการตั้งปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) ซึ่งมี 2 ขั้นตอนดังนี้ 1) สร้าง สถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และ 2) สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) โดยกระบวนการแก้ปัญหากับการตั้งปัญหานั้นเป็นกระบวนการที่สัมพันธ์สอดคล้อง กันอยู่เสมอซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สอดคล้องกับผลการศึกษา ของ ไชและไคคิน (Cai & Leikin, 2020, p. 289) ที่พบว่า นอกจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือหรือเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนแล้ว การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ยังเป็น เครื่องมือวิจัยในการศึกษาการเรียนรู้ การคิด การให้เหตุผล และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักศึกษาได้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแสดงแนวคิดของตนเอง สอดคล้องกับผลการศึกษาของเหลียง (Leung, 2013, p. 114) ที่พบว่า การที่นักเรียนได้อธิบายปัญหาของตนเองให้เพื่อนเข้าใจแล้วให้เพื่อน ๆ วิเคราะห์ เสนอความคิดเป็นแนวทางในการเพิ่มศักยภาพการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ศุภวรรณ โคตรท่าน (2551, น. 109) สนับสนุนว่า การที่มีปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มย่อยจะทำให้ให้นักเรียนมีลักษณะชอบค้นหา ชอบความท้าทาย เกิดการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดจากความท้าทายที่เป็นลักษณะของการเปลี่ยนแง่มุมที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ระยะที่ 3 การศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

ในการศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และตอนที่ 2 พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตมีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ไลและคณะ (Li, Song, Hwang, & et al, 2020, p. 325) ครูที่เข้าร่วมกิจกรรมประชุมเชิงปฏิบัติการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการในการตั้งปัญหาและความชัดเจนต่อความเชื่อของพวกเขาเกี่ยวกับการสอนผ่านการตั้งปัญหา เช่นเดียวกับผลการศึกษาของไชและไคคิน (Cai & Leikin, 2020, p. 293) ที่พบว่า ครูสามารถประสบความสำเร็จและมีมุมมองต่าง ๆ มากมายเกี่ยวกับประโยชน์และความท้าทายของการสอนผ่านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ เคอเรสโป (Crespo, 2003, pp. 264-265) ได้สนับสนุนว่า ประสบการณ์การที่นักศึกษาแต่ละคนได้รับจากสังเกตการณ์สอนในชั้นเรียนจะคุ้มค่า ทำลายและกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนมุมมองและความเชื่อของนักศึกษาเกี่ยวกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์จะทำให้เห็นว่า การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสร้างแรงจูงใจหรือเป็นวิธีการที่จะทำให้การเรียนคณิตศาสตร์มีความซับซ้อนน้อยลง

ตอนที่ 2 พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักศึกษาคณิตศาสตร์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์ระหว่างผู้วิจัยและนักศึกษาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า เมื่อนักศึกษาคณิตศาสตร์มีประสบการณ์ในการตั้งปัญหามากขึ้นผ่านแนวความคิดการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) นักศึกษาคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านบริบทของปัญหา ด้านภาษา ด้านปัญหาที่สามารถแก้ได้ ด้านยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา และด้านความสมเหตุสมผลของปัญหา มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ด้านบริบทของปัญหา

ในการศึกษาด้านบริบทของปัญหา (Context) ที่นักศึกษาตั้งขึ้น ผู้วิจัยพิจารณาบริบทของปัญหาจากการตั้งสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาที่ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับบริบทหนึ่ง ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่สถานการณ์ปัญหานั้นตั้งอยู่ มี 4 บริบท ประกอบด้วย บริบทส่วนตัว (Personal Context) บริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context) บริบททางสังคม (Societal Context) ซึ่งและบริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific Context) ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์เป็นบริบทที่แตกต่างจากบริบทเดิมชัดเจนมากขึ้น (2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์ปัญหาอยู่ในบริบททางการงานอาชีพซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาเปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์เป็นบริบทที่แตกต่างจากบริบทเดิมชัดเจนมากขึ้น

ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักศึกษาคณิตศาสตร์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านบริบทของปัญหาที่ตั้งขึ้น พบว่าในช่วงแรกของการเรียนรู้นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) โดยการเลียนแบบสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว ต่อมาเมื่อนักศึกษามีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาแล้วนำแนวคิดในการแก้ปัญหาไป

ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นใหม่ทำให้นักศึกษาสามารถตั้งปัญหาในบริบทที่แตกต่างไปจากเดิมได้ชัดเจนมากขึ้น โดยการเพิ่มเงื่อนไขให้ดูซับซ้อนขึ้น หรือพยายามคิดวิธีการและกระบวนการที่แตกต่างออกไปจากเดิมได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

(2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์ปัญหาอยู่ในบริบททางการงานอาชีพ

ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักศึกษาคณะครุศาสตร์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านบริบทของปัญหาที่ตั้งขึ้น ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์ปัญหาอยู่ในบริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context) เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นใหม่จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้แล้วทำให้นักศึกษาสามารถตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในบริบทต่างๆ ได้หลากหลายมากขึ้นแต่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่วนมากที่ตั้งขึ้นจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้นั้นจะเกี่ยวข้องกับการทำงานในโลกชีวิตจริงซึ่งเป็นบริบททางการงานอาชีพ (Occupational Context) ลี (Lee, 2012, pp. 431-432) สนับสนุนว่า ตัวอย่างปัญหาที่นำมาใช้ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ส่วนมากจะใช้เรื่องราวที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ และข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสังคมมาใช้ในตั้งคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้เรียนรู้

2.2 ด้านภาษา

ในการศึกษาภาษา (Language) ที่ใช้ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาผู้วิจัยพิจารณาข้อความที่เป็นภาษาทางการในสถานการณ์ปัญหาแสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือเงื่อนไขที่แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาให้บุคคลอื่นเข้าใจตรงกันดังปรากฏในสถานการณ์หรือปัญหา ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ภาษาที่เป็นทางการในสถานการณ์ปัญหา (2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ภาษาที่เป็นทางการสร้างสถานการณ์ปัญหาซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ภาษาที่เป็นทางการในสถานการณ์ปัญหา

ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านภาษาของปัญหาที่ตั้งขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถใช้ภาษาที่เป็นทางการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือเงื่อนไขที่แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาให้บุคคลอื่นเข้าใจตรงกัน มีการนำภาษาพูด การย่อคำหรือตัดคำมาใช้ปะปนกับภาษาเขียนบ้าง เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์ในการสร้างสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักศึกษาส่วนใหญ่ยังคงสามารถใช้ภาษาที่เป็นทางการในการสร้างสถานการณ์ปัญหา

(2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้ภาษาที่เป็นทางการสร้างสถานการณ์ปัญหา

ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านภาษาของปัญหาที่ตั้งขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาส่วนใหญ่ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถใช้ภาษาที่เป็นทางการที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือเงื่อนไขที่แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาให้บุคคลอื่นเข้าใจตรงกัน แต่มีการนำภาษาพูด การย่อคำหรือตัดคำมาใช้ปะปนกับภาษาเขียน เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์ในการใช้ภาษาที่เป็นทางการสร้างสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักศึกษาส่วนใหญ่ยังคงสามารถใช้ภาษาที่เป็นทางการและถูกต้องมากขึ้นในการสร้างสถานการณ์ปัญหายังคงมีเพียงการเรียบเรียงภาษาที่ยังไม่สละสลวย ไม่สามารถลำดับความในการเขียนได้ หรือนำโครงสร้างภาษาต่างประเทศมาใช้และใช้คำเชื่อมฟุ่มเฟือยบ้าง

2.3 ด้านปัญหาที่สามารถแก้ได้

ในการศึกษาปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable) จากสถานการณ์หรือปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้น ผู้วิจัยพิจารณาการเขียนอธิบายขั้นตอนของการแก้ปัญหาค้นพบว่าการแก้ปัญหานั้น นักศึกษาแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่แสดง

ขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้ชัดเจนขึ้น (2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนและเขียนพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้ชัดเจนขึ้นซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถแสดงการเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาได้ชัดเจน

ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านปัญหาที่สามารถแก้ได้ของปัญหาที่ตั้งขึ้น พบว่านักศึกษากลุ่มใหญ่ได้นำแนวคิดในการแก้ปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) ไปใช้แก้ปัญหาใหม่ที่ตั้งขึ้นด้วย ซึ่งในช่วงแรกนักศึกษากลุ่มใหญ่แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วนและเขียนอธิบายไม่ชัดเจน สอดคล้องกับผลการศึกษาของเคเรสปิ (Crespo, 2003, p. 250) โจทย์ที่นักศึกษาตั้งขึ้นมีความ ตรงไปตรงมาในเชิงคณิตศาสตร์ ในลักษณะที่โจทย์มีคำตอบเพียงคำตอบเดียวและสามารถแปลงเป็นโจทย์เชิงคำนวณได้ทันที การแสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาจึงมีเพียงขั้นตอนเดียว คำตอบจึงมีเพียงคำตอบเดียว เควก (Kwek, 2015, pp. 273-292) สนับสนุนว่า ทุกปัญหาที่นักเรียนตั้งเป็นปัญหาที่สามารถแก้ได้แต่มีความซับซ้อนต่ำเพราะนักเรียนใช้การง่าย ๆ ในการแก้ปัญหาที่ตั้งขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าปัญหาที่นักเรียนตั้งขึ้นส่วนมากเป็นปัญหาทั่ว ๆ ไปที่พบได้ในหนังสือเรียน เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์มากขึ้นและมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของนักศึกษาแต่ละคนส่งผลให้นักศึกษากลุ่มใหญ่เขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นขาดเพียงการตรวจสอบคำตอบเท่านั้น

(2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่แสดงการเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น

ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านปัญหาที่สามารถแก้ได้ของปัญหาที่ตั้งขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของการเรียนรู้อการแก้ปัญหาจากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem

generation) นักศึกษาส่วนใหญ่เขียนแสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้นได้เพียงบางส่วนเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ต่อมาเมื่อมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาก็เป็นแนวทางให้นักศึกษาแต่ละคนส่งผลให้นักศึกษาส่วนใหญ่ พัฒนาการเขียนแสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนจนกระทั่งสรุปคำตอบที่ชัดเจนได้ เครสโป (Crespo, 2003, p. 267) สนับสนุนว่า การมอบประสบการณ์การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แท้จริงให้นักศึกษาครูคือการให้นักศึกษาครูทดลองเลือกข้อมูลหรือสร้างปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งประสบการณ์ดังกล่าวอาจเป็นกลยุทธ์ที่ทรงพลังและแรงกระตุ้นให้นักศึกษาครูได้ทบทวนตนเองและเตรียมการสอนใหม่เพื่อให้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่เป็นการสร้างปัญหาในการเรียนแก่นักเรียน สอดคล้องกับ ซิลเบอร์และไช (Silber & Cai, 2021) ที่สนับสนุนว่า ถ้าหากให้ข้อมูลที่เพียงพอแล้วตั้งปัญหาได้สำเร็จนักเรียนก็จะสามารถแก้ปัญหาได้คำตอบ

2.4 ด้านยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ในการศึกษายุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา (Mathematical Strategies) ของนักศึกษาผู้วิจัยพิจารณาจาก วิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การเขียนภาพหรือแผนภาพ การสร้างตาราง การแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมด การคาดเดาและตรวจสอบ การเขียนสมการ และอื่น ๆ ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษา ส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับปัญหาที่ตั้งขึ้น (2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับปัญหาที่ตั้งขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับปัญหาที่ตั้งขึ้น

ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านปัญหาที่สามารถแก้ได้ของปัญหาที่ตั้งขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสมแต่สามารถนำไปสู่คำตอบได้และเลือกใช้เพียงยุทธวิธีเดียว เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์มากขึ้นร่วมกับการ

แลกเปลี่ยนแนวคิด ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาจากการนำเสนอยุทธวิธีการแก้ปัญหาของนักศึกษา ส่งผลให้นักศึกษาเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ ผลการศึกษาของ ลีวีและฮูริแกน (Leavy & Hourigan, 2020, p. 341) ที่พบว่า นักศึกษาที่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูแล้วสามารถปรับแนวคิดและตั้งปัญหาที่ดีได้โดยในช่วงแรกปัญหาที่ตั้งขึ้น จะใช้เพียงขั้นตอนเดียวในการแก้ปัญหาและมีวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องเพียงวิธีเดียว เมื่อมีประสบการณ์มากขึ้นนักศึกษาจะสามารถตั้งปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น ใช้กลยุทธ์ที่หลากหลายมากขึ้นในการแก้ปัญหา

(2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสามารถสรุปคำตอบได้ชัดเจน

ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านปัญหาที่สามารถแก้ได้ของปัญหาที่ตั้งขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของกิจกรรมการเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้ยุทธวิธีการแบ่งเป็นปัญหาย่อยในการแก้ปัญหา ต่อมาเมื่อนักศึกษามีประสบการณ์มากขึ้นนักศึกษสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น การแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมด การสร้างตาราง การเขียนภาพหรือแผนภาพ การเขียนสมการ การคาดเดาและตรวจสอบในการหาคำตอบ และการค้นหาแบบรูป เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้น สอดคล้องกับ สิริพร ทิพย์คง (2544, น. 78) ที่กล่าวว่า ครูควรให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนเพื่อช่วยทำให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหา ทำให้สามารถมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหด้วยวิธีอื่น ๆ ได้

2.5 ด้านความสมเหตุสมผลของปัญหา

ในการศึกษาความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability) ผู้วิจัยพิจารณาจากสถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้นเป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และนำไปสู่การหาผลเฉลยได้ ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมที่นักศึกษาแสดงออกมี 2 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถตั้งปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และนำไปสู่การหาผลเฉลยได้เพียงบางส่วน เช่นเดียวกับ (2) ด้านการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(1) **ด้านการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation)** นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถตั้งปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และนำไปสู่การหาผลเฉลยได้เพียงบางส่วน

ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านความสมเหตุสมผลของปัญหาที่ตั้งขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของการเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการแก้ปัญหามathematics ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่ตั้งขึ้นแต่ไม่สามารถสรุปผลเฉลยได้ถูกต้องสมบูรณ์ เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์มากขึ้นสามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม สามารถสรุปผลเฉลยได้ถูกต้อง ทั้งนี้ยังคงมีนักศึกษาบางส่วนที่ไม่ตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลยว่าผลเฉลยที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือข้อคำถามที่กำหนดไว้จึงทำให้ผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกจริงได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

(2) **ด้านการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation)** นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถตั้งปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริงดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้และนำไปสู่การหาผลเฉลยได้เพียงบางส่วน

ผลการวิเคราะห์ผลงานเขียนของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยขณะลงมือตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ และผลการสัมภาษณ์ของผู้วิจัยเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านความสมเหตุสมผลของปัญหาที่ตั้งขึ้น พบว่า ในช่วงแรกของการเรียนรู้การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถสร้างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริง สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้แต่ไม่สามารถสรุปผลเฉลยได้ถูกต้องสมบูรณ์ เมื่อนักศึกษามีประสบการณ์จากการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มาแล้วนักศึกษามathematics ส่วนใหญ่สร้างสถานการณ์ปัญหาที่เป็นไปได้ในโลกชีวิตจริงสามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน มีการสรุปผลเฉลยที่ชัดเจนขึ้นแต่ยังคงไม่แสดงการตรวจสอบความถูกต้องของผลเฉลยว่าผลเฉลยที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือข้อคำถามที่กำหนดไว้ จึงทำให้สถานการณ์ที่ตั้งขึ้นและผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกจริงได้เพียงบางส่วนเท่านั้น และผลการศึกษาของคิลิช (Kiliç, 2013, p. 677) พบว่า

นักศึกษาครูในระดับประถมศึกษาส่วนใหญ่มองตั้งปัญหาที่เป็นเรื่องราวได้แต่การให้อิสระในการตั้งปัญหาที่เป็นเรื่องยากที่นักศึกษาครูจะสามารถเลือกข้อมูลได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับความเป็นจริงได้ทุกคน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการตั้งปัญหาและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาไปด้วยกัน ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการปรับปรุงข้อมูลหรือขยายเงื่อนไขจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว ช่วงแรกของกิจกรรมผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำทำกิจกรรมเป็นกลุ่มก่อนทำกิจกรรมเดี่ยวด้วยตนเองเพื่อให้นักศึกษารู้สึกปลอดภัยและมีความมั่นใจในการแสดงความคิดอย่างอิสระในการแก้ปัญหาและตั้งปัญหาสำหรับการตั้งปัญหาโดยการสร้างขึ้นใหม่จากร່วหรือข้อมูลที่กำหนดให้ ผู้สอนควรกำหนดข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอเพื่อเป็นการกำหนดขอบเขตของปัญหาที่ชัดเจนเลือกใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ไม่ค่อยพบในหนังสือเรียน เป็นปัญหาในชีวิตจริงมาใช้ในการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความท้าทายและสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ในศึกษาความสามารถและพฤติกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ พบว่า ในเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหานักศึกษาเลือกใช้เพียงยุทธวิธีเดียวในการแก้ปัญหา ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรพัฒนาให้นักศึกษที่ตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สามารถใช้ยุทธวิธีที่มากกว่า 1 ยุทธวิธีในการแก้ปัญหที่ตั้งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักศึกษาครูควรได้รับประสบการณ์ที่ครอบคลุมและความรู้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

- Brown, S. I., & Walter, M. I. (1993). *Problem Posing: reflections and application*. Hillsdale: NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, S. I., & Walter, M. I. (2005). *The Art of Problem Posing* (3rd ed). Mahwah: NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cai, J., & Leikin, R. (2020). Affect in mathematical problem posing: conceptualization, advances, and future directions for research. *Educational Studies in Mathematics*, 105, 287–301.
- Cankoy, O. (2014). Interlocked problem posing and children's problem posing performance free structured situations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12, 219-238.
- Cankoy, O., & Özder, H. (2017). Generalizability Theory Research on Developing a Scoring Rubric to Assess Primary School Students' Problem Posing Skills. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(6), 2423-2439.
- Cobb, P., & Whitenack, J. W. (1996). A Method for Conducting Longitudinal Analyses of Classroom Videorecordings and Transcripts. *Educational Studies in Mathematics*, 30(3), 213-222.
- Crespo, S. (2003). Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. *Educational Studies in Mathematics*, 53, 243–270.
- Duncker, K. (1945). On problem-solving. *Psychological Monographs*, 58(5), i-113.
- English, L. D. (1997a). The Development of Fifth-Grade Children's Problem-Posing Abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34(3), 183-217.
- English, L. D. (1997b, November). Promoting a Problem-Posing Classroom. *Teaching Children Mathematics*, 4(3), 172-179.
- English, L. D., & Watson, J. M. (2015). *Statistical Literacy in the Elementary School: Opportunities for Problem Posing In Mathematical Problem Posing : From*

- Research to Effective Practice. Singer, F. M., Ellerton, N. F., & Cai, J. pp.241-256. New York: Springer.
- Foong, P. Y. (2007). *Problem Solving in Mathematics* In Teaching Primary School Mathematics: A Resource Book. Lee Peng Yee. Singapore: McGraw-Hill Education (Asia).
- Grundmeier, T. A. (2015). *Developing the Problem-Posing Abilities of Prospective Elementary and Middle School Teachers* In Mathematical Problem Posing : From Research to Effective Practice. Singer, F. M., Ellerton, N. F., & Cai, J. pp. 411-431. New York: Springer.
- Hart, M. K. (1981). *Children's Understanding of Mathematics*. London: John Murray.
- Hatfield, M. M., Edwards, N. T., & Bitter, G. G. (2003). *Mathematics Methods for Elementary and Middle School Teachers*. New York: John Wiley & Sons.
- Hospesová, & Tichá. (2015). *Problem Posing in Primary School Teacher Training* In Mathematical Problem Posing : From Research to Effective Practice. Singer, F. M., Ellerton, N. F., & Cai, J. pp. 433-447. New York: Springer.
- Kılıç, Ç. (2013). Pre-Service Primary Teachers' Free Problem-Posing Performances in the Context of Fractions: An Example from Turkey. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 22, 677-686.
- Kojima, K., Miwa, K., & Matsui, T. (2013). Supporting Mathematical Problem Posing with a System for Learning Generation Processes through Examples. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 22(4), 161-190.
- Krulik, S., & Rudnick, J. (1995). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Elementary School*. Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Kwek, M. L. (2015). *Using Problem Posing as a Formative Assessment Tool* In Singer, F. M., Ellerton, N. F., & Cai, J. (eds) Mathematical Problem Posing. Research in Mathematics Education. New York: Springer.
- Leavy, A. M., & Hourigan, M. (2020). Posing mathematically worthwhile problems: developing the problem posing skills of prospective teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 23, 341–361.

- Lee, J. E. (2012). Prospective elementary teachers' perceptions of real-life connections reflected in posing and evaluating story problems. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 15, 429–452.
- Lester, F. (1978). Mathematical Problem Solving in the Elementary School: Some Educational and Psychological Considerations. *Mathematical Problem Solving: Papers from a Research Workshop*.
- Lester, F. (2001). *Problem solving, overview* In Grinstein L. S.; & Lipsey S. I. (Eds.), Encyclopedia of Mathematics Education. pp. 570-574. New York: Routledge Falmer.
- Leung, S. S. (2013). Teachers implementing mathematical problem posing in the classroom: challenges and strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 83, 103-116.
- Li, X., Song, N., Hwang, S., & et al. (2020). Learning to teach mathematics through problem posing: teachers' beliefs and performance on problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 105, 325-347.
- Lin, K. M., & Leng, L. W. (2008). *Using Problem Posing as a Formative Assessment Tool* In Mathematical Problem Posing : From Research to Effective Practice. Singer, F. M., Ellerton, N. F., & Cai, J. pp. 273-292. New York: Springer.
- Mayer, R. E., & Hegarty, M. (1996). *The Process of Understanding Mathematical Problems* In Sternberg, R. J., & Ben-Zeev, T. (Ed.), The nature of mathematical thinking. pp. 29-53. Mahwah: NJ:Lawrence Erlbaum Associates.
- Moses, B., & et al. (1990). *Beyond Problem Solving: Problem Posing In Teaching & Learning Mathematics in the 1990s*. pp. 80-91. Reston: VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for school mathematics*. Reston: VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2004). *Principles and Standards for school mathematics*. Reston: VA: NCTM.

- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2006). *Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: a quest for coherence*. Reston: VA: NCTM.
- Nicolaou, A. A., & Philippou, G. (2007). Efficacy Beliefs, Problem Posing, and Mathematics Achievement. *Focus on learning problems in mathematics*, 29, 48.
- Polya, G. (1954). *Mathematics and Plausible Reasoning*. New Jersey: Princeton University Press.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It*. New Jersey: Princeton University Press.
- Polya, G. (1981). *Mathematics discovery: An understanding, learning, and teaching problem solving (combined edition)*. New York: John Willey & Son.
- Reys, R. E., & et al. (2004). *Helping Children Learn Mathematics* (t. ed Ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Rosil, & et al. (2015). *Middle-Grade Preservice Teachers' Mathematical Problem Solving and Problem Posing In Mathematical Problem Posing : From Research to Effective Practice*. Singer, F. M., Ellerton, N. F., & Cai, J. pp. 333-352. New York: Springer.
- Rungfa Janjaruporn. (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving*. (Doctoral dissertation). Srinakharinwirot University, Bangkok.
- Silber, S., & Cai, J. (2021). Exploring underprepared undergraduate students' mathematical problem posing. *ZDM Mathematics Education*, 53, 877–889.
- Silver, E. A. (1994). On Mathematical Problem Posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19-28.
- Silver, E. A., & Cai, J. (2005). Assessing students' mathematical problem posing. *Teaching Children Mathematics*, 12, 129-135.
- Silver, E. A., & et al. (1996). Posing Mathematical Problem: An Exploratory Study. *Journal Research in Mathematics Education*, 27(3), 293-309.
- Stoyanova, E. (2003). Extending Students' Understanding of Mathematics Via Problem-Posing. *Australian Mathematics Teacher*, 59(2), 32-40.

- Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). A framework for research into students' problem posing. *Clarkson (Ed.), Technology in mathematics education*, 518-525.
- Whitin, D. J. (2004). *Building a Mathematical Community through Problem Posing* In *Perspectives on the Teaching of Mathematics: sixty-sixth yearbook*. Rubenstein, R. N., & Bright, G. W. pp. 129-140. Reston, Virginia: NCTM.
- Wilson, J. W., Fernadez, M. L., & Hadaway, N. (1993). *Mathematical Problem Solving*. New York: Macmillan Publish Company.
- เครือวัลย์ ไชแสง. (2549). บทบาทของการสร้างปัญหาที่มีต่อกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไพโรจน์ น่วมนุ้ม. (2560, เมษายน-มิถุนายน). การตั้งโจทย์ปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์. *วารสารครูศาสตร์*, 45(2), 195-208.
- ฉัตรชัย หวังมีจมี. (2560). การศึกษาโมเดลเชิงสาเหตุสมรรถนะของครูผู้สอนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 : การวิเคราะห์กลุ่มพหุปัญญา. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ชนิตา รักษ์พลเมือง และคณะ. (2560, กรกฎาคม-กันยายน). การศึกษาสภาพและปัญหาการผลิตการใช้ และการพัฒนาครูการศึกษาขั้นพื้นฐานที่สอดคล้องกับความต้องการในอนาคต. *วารสารครูศาสตร์*, 45(3), 17-33.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556, มกราคม-มิถุนายน). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 5-20.
- ชานนท์ จันทรา. (2554). การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ประมวลสาระชุดรายวิชา การจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 9-15. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ทองชัย อักษรคิด. (2553a, พฤษภาคม-สิงหาคม). การพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 25(2), 17-31.
- ทองชัย อักษรคิด. (2553b). การพัฒนารูปแบบเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสอนการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู. (ปริญญาณิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ทองชัย อักษรคิด. (2555). การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: วิสด้า อินเตอร์พรีนซ์.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาคุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

วรรณพร เลิศอวาาส. (2554). การศึกษาพฤติกรรมการด้านความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่นเรื่อง จำนวนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทาง คณิตศาสตร์. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ศุภวรรณ โคตรท่าน. (2551). การสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์การ แก้ปัญหาปลายเปิดโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มย่อย. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ กรุงเทพฯ. ครูสภา ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555a). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพเส้นทางสู่ ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครูสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555b). ทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560a). คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560b). สรุปผลการวิจัย PISA 2015. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2556). บทวิเคราะห์สถานภาพการพัฒนาครูทั้งระบบและ ข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาครูเพื่อผู้เรียน. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2558). สถานภาพการผลิตและพัฒนาครูในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). แนว ทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.

สุริเยศ สุขแสง. (2548). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุรินทร์. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.





ภาคผนวก



การหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. เครื่องมือสำหรับการศึกษาสภาพการเรียนรู้การสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

เครื่องมือสำหรับการศึกษาสภาพการเรียนรู้การสอนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

- 1) แบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับอาจารย์ ครูพี่เลี้ยง และนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5
- 2) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 และ
- 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 5 โดยผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence (IOC)) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

คะแนน 0 สำหรับข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

คะแนน -1 สำหรับข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าไม่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

คำนวณค่า IOC ของแต่ละข้อคำถามแล้วเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 14-54 – 14-55) ตั้งแต่ .05 ขึ้นไป

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ตาราง 22 ดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวกับการตั้งปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 23 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ในระยะที่ 1

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

2. เครื่องมือสำหรับการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาครุคณิตศาสตร์

เครื่องมือสำหรับการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนการสอน เครื่องมือวิจัย และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความชัดเจนของข้อคำถาม โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือวิจัยสำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

2.1.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาหรือไม่

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ผู้ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าไม่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
คำนวณค่า IOC ของแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้แล้วเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .05 ขึ้นไป โดยใช้สูตรการคำนวณ IOC คือ $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ตาราง 24 ดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือ ในระยะที่ 2

แผนที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 25 ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2

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

2.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มนาร่องสำหรับการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ดังนี้

2.2.1 การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ใช้นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 1 คน

2.2.2 การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ใช้นักศึกษาครุคณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง

2.2.3 การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ใช้นักศึกษาครุคณิตศาสตร์จำนวน 12 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มหาประสิทธิภาพรายบุคคลและกลุ่มย่อย โดยสูตรในการคำนวณหาประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น. 10) คือ

$$\text{สูตรที่ 1 } E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{x}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2 } E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนเต็ม

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผล
การสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

ตาราง 26 คะแนนการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์
ในระยะที่ 2

การหาประสิทธิภาพ	E_1	E_2	E_1/E_2
ครั้งที่ 1	62.08	61.45	62.08/61.45
ครั้งที่ 2	65.25	64.04	65.25/64.04
ครั้งที่ 3	67.54	66.82	67.54/66.82

2.3 วิเคราะห์หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์เป็นรายข้อ โดยใช้ค่าความยาก (Difficulty index: p) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination index: D หรือ r) ของแบบทดสอบ ซึ่งดำเนินการโดยการนำแบบทดสอบที่ได้จากการทดลองกับนักศึกษาภาคสนามมาคำนวณค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกแล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 4 ข้อ โดยใช้สูตรการคำนวณ (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 56-57) คือ

ค่าความยากง่าย

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

เมื่อ	p	คือ ค่าความยากง่าย
	S_u	คือ ผลรวมของคะแนนนักศึกษาในกลุ่มสูง
	S_l	คือ ผลรวมของคะแนนนักศึกษาในกลุ่มต่ำ
	N	คือ จำนวนนักศึกษาทั้งหมดในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มสูง
	$X_{\max}$	คือ คะแนนที่นักศึกษาทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	คือ คะแนนที่นักศึกษาทำได้ต่ำสุด

ดัชนีอำนาจจำแนก

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

เมื่อ	r	คือ ค่าอำนาจจำแนก
	S_u	คือ ผลรวมของคะแนนนักศึกษาในกลุ่มสูง
	S_l	คือ ผลรวมของคะแนนนักศึกษาในกลุ่มต่ำ
	N	คือ จำนวนนักศึกษาทั้งหมดในกลุ่มต่ำหรือกลุ่มสูง
	$X_{\max}$	คือ คะแนนที่นักศึกษาทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	คือ คะแนนที่นักศึกษาทำได้ต่ำสุด

ตาราง 27 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ข้อที่	p	r
1	0.50	0.44
2	0.62	0.43
3	0.52	0.45
4	0.66	0.43

2.4 วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค ค่าความเชื่อมั่น (ชานนท์ จันทรา, 2554, น. 14-57) คือ

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

เมื่อ α คือ สัมประสิทธิ์ค่าความเชื่อมั่น

k คือ จำนวนข้อในแบบทดสอบ

S_i^2 คือ ความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละข้อ

S^2 คือ ความแปรปรวนของข้อมูลทั้งหมด

โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ คำนวณโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) เท่ากับ 0.82



ภาคผนวก ข

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย และการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

ตาราง 28 คะแนนของนักศึกษาในกลุ่มเป้าหมายที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้าง
ความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครู
คณิตศาสตร์

คนที่	คะแนน ใบกิจกรรมรายบุคคล (เต็ม 60 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบ (เต็ม 40 คะแนน)	คะแนนรวม (เต็ม 100 คะแนน)
1	37.50	25.50	63.00
2	37.00	24.00	61.00
3	37.50	27.00	64.50
4	40.00	22.50	62.50
5	35.50	27.50	63.00
6	35.00	21.50	56.50
7	41.50	26.00	67.50
8	37.00	24.00	61.00
9	36.50	32.50	69.00
10	30.50	20.00	50.50
11	45.00	35.50	80.50
12	37.00	25.00	62.00
13	35.50	21.50	57.00
14	49.50	37.00	86.50
15	37.00	25.00	62.00
16	44.50	33.00	77.50
17	40.00	23.00	63.00
18	37.50	25.50	63.00
19	35.50	31.00	66.50
20	42.00	34.50	76.50
21	41.50	28.50	70.00
22	41.00	25.00	66.00
23	33.00	22.00	55.00
24	49.50	36.50	86.00
25	43.00	26.50	69.50
26	39.00	23.50	62.50

ตาราง 28 (ต่อ)

คนที่	คะแนน ใบกิจกรรมรายบุคคล (เต็ม 60 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบ (เต็ม 40 คะแนน)	คะแนนรวม (เต็ม 100 คะแนน)
27	37.00	23.50	60.50
28	34.50	21.50	56.00
29	38.50	28.50	67.00
30	39.00	28.50	67.50
31	37.50	28.50	66.00
32	38.50	25.00	63.50

การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ ทวินาม (Binomial test) ดังนี้

จากคะแนนของนักศึกษา 32 คน ให้เครื่องหมายบวกแทนคะแนนที่มากกว่า 60 และให้เครื่องหมายลบแทนคะแนนที่น้อยกว่า 60 ส่วนคะแนนที่เท่ากับ 60 ตัดทิ้ง จะได้ว่า

ให้ x แทน จำนวนเครื่องหมายบวก
 n แทน จำนวนเครื่องหมายทั้งหมด

ดังนั้น $x = 27$ และ $n = 32$

1) สมมติฐานของการทดสอบ คือ

$$H_0 : p \leq 0.60$$

$$H_1 : p > 0.60$$

2) ตัวสถิติทดสอบคือ $Pr (x \geq 27 \text{ เมื่อ } p = 0.60)$

3) ขอบเขตวิกฤติ คือ ปฏิเสธ H_0 ถ้า $Pr (x \geq 27 \text{ เมื่อ } p = 0.60) < \alpha$ เมื่อ $\alpha = .05$

4) ฟังก์ชันความน่าจะเป็น (Probability function) ของตัวแปรสุ่ม x

ที่มีการแจกแจงทวินาม คือ

$$f(x) = \begin{cases} \binom{32}{x} (0.6)^x (1-0.6)^{32-x} & \text{เมื่อ } x = 27, 28, 29, 30, 31, 32 \\ 0 & \text{เมื่อ } x \text{ อื่น} \end{cases}$$

$$\text{จะได้ } Pr(x \geq 27 \text{ เมื่อ } p = 0.60) = f(27) + f(28) + f(29) + f(30) + f(31) + f(32) = 0.0028$$

เนื่องจาก $0.0014 < 0.05$ เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ H_0

นั่นคือ นักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครุคณิตศาสตร์มีความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

ชื่อกิจกรรม ซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model: Problem reformulation 2)

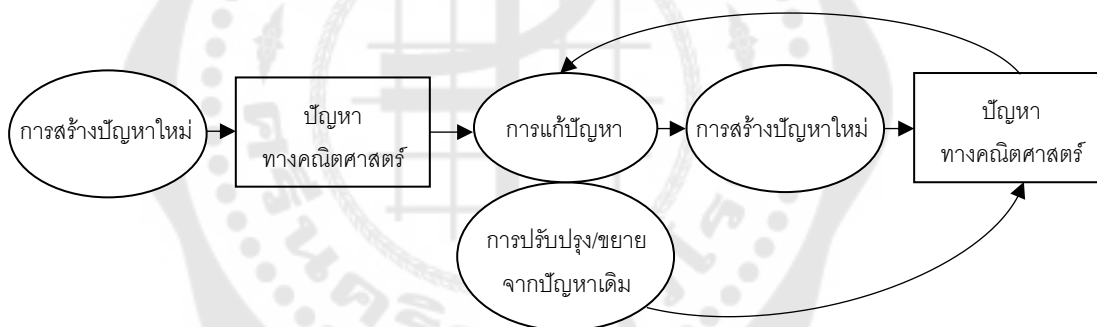
ระยะเวลา 3 ชั่วโมง

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ให้นักศึกษาเข้าใจกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) ในขั้นตอนที่ 1) การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation)

2. แนวคิดที่สำคัญ

การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) ประกอบด้วย Problem generation คือการสร้างปัญหาใหม่ ๆ จากเรื่องราวหรือข้อมูลที่กำหนดให้ และ Problem reformulation คือการปรับปรุงข้อมูลหรือขยายเงื่อนไขจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 Silver's problem-posing model

ที่มา: Silver, E. A. (1994). On Mathematical Problem Posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19-28.

3. สื่อการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรมที่ 3 Problem reformulation 2 “ซานมไซ่มุก”

4. ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

4.1 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันทบทวนกระบวนการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) มี 2 ขั้นตอนดังนี้ 1) สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และ 2) สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) (ใช้เวลา 15 นาที)

4.2 ผู้สอนให้นักศึกษาทำใบกิจกรรมที่ 3 Problem reformulation “ซานมไซ่มุก” โดยให้นักศึกษาลงมือสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่จากปัญหาข้างต้นที่นักศึกษาลงมือแก้มาแล้ว (ใช้เวลา 30 นาที)

4.3 ผู้สอนให้นักศึกษาแต่ละคนออกมานำเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักศึกษาตั้งขึ้น แล้วให้เพื่อนนักศึกษาคนอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการที่นักศึกษาใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งร่วมกันตรวจสอบความสมเหตุสมผลของปัญหา วิธีการแก้ปัญหารวมถึงคำตอบที่ได้ หลังจากนั้นผู้สอนสรุปกระบวนการที่นักศึกษาสวนใหญ่ใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (การขยายและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือบริบทของปัญหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของปัญหา หรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา) (ใช้เวลา 90 นาที)

4.4 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) ในขั้นตอนที่ 1 คือการสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) ว่าสามารถทำได้โดยใช้วิธีการขยายและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือบริบทของปัญหา ข้อมูลหรือเงื่อนไขของปัญหา หรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา แล้วให้นักศึกษากลับไปทบทวนและหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับยุทธวิธีที่ใช้ในแก้ปัญหา (ใช้เวลา 30 นาที)

5. การประเมินผล

ประเมินสภาพการตั้งปัญหาของนักศึกษาจากใบกิจกรรมที่ 3 Problem reformulation พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาระหว่างตั้งปัญหา การนำเสนอการตั้งปัญหา และการอภิปรายผลจากการตั้งปัญหาซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
บริบทของปัญหา (Context)	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์ ปัญหาเดิมเพียง เล็กน้อย	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์ ปัญหาเดิมเพียง บางส่วน	เปลี่ยนแปลงบริบท ของสถานการณ์ เป็นบริบทที่ แตกต่างจากบริบท เดิมแต่ไม่ชัดเจน	เปลี่ยนแปลงบริบท ของสถานการณ์ ปัญหาเป็นบริบทที่ แตกต่างจากเดิม ได้ชัดเจน
ภาษา (Language)	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น วลี	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น ประโยคที่อ่านแล้ว พอสื่อให้เข้าใจได้ เพียงบางส่วน	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น ประโยคที่อ่านแล้ว พอสื่อให้เข้าใจได้ เป็นส่วนใหญ่	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น ประโยคที่อ่านแล้ว ได้ใจความ สมบูรณ์ตามหลัก ไวยากรณ์
ปัญหาที่ สามารถแก้ได้ (Solvable)	แสดงขั้นตอนของ การแก้ปัญหได้ เพียงเล็กน้อย	แสดงขั้นตอนของ การแก้ปัญหได้ เพียงบางส่วน	แสดงขั้นตอนของ การแก้ปัญหได้ ครบถ้วนแต่เขียน อธิบายไม่ชัดเจน	แสดงขั้นตอนของ การแก้ปัญหได้ ครบถ้วนพร้อมทั้ง เขียนอธิบายได้ ชัดเจน
ยุทธวิธีทาง คณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies)	แสดงร่องรอยการ เลือกใช้ยุทธวิธีใน การแก้ปัญหแต่ ไม่สามารถนำไปสู่ คำตอบได้	แสดงร่องรอยการ เลือกใช้หรือ ปรับเปลี่ยนยุทธวิธี ในการแก้ปัญห	เลือกใช้ยุทธวิธีใน การแก้ปัญหที่ไม่ เหมาะสมแต่ สามารถนำไปสู่ คำตอบได้	เลือกใช้ยุทธวิธีใน การแก้ปัญหได้ อย่างเหมาะสม
ความสมเหตุสมผล ของปัญหา (Reasonability)	สถานการณ์หรือ ผลเฉลยของ ปัญหามีความ เป็นไปได้และ สามารถนำไปใช้ ในโลกจริงได้เพียง บางส่วน	สถานการณ์หรือ ผลเฉลยของ ปัญหามีความ เป็นไปได้และ สามารถนำไปใช้ ในโลกจริงได้	สถานการณ์และ ผลเฉลยของ ปัญหามีความ เป็นไปได้และ สามารถนำไปใช้ ในโลกจริงได้เพียง บางส่วน	สถานการณ์และ ผลเฉลยของ ปัญหามีความ เป็นไปได้และ สามารถนำไปใช้ ในโลกจริงได้อย่าง เหมาะสม

6. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6.1) ด้านผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

.....

6.2) ด้านผู้สอน

.....

.....

.....

.....

.....

6.3) ด้านอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3 Problem reformulation 2 “ชานมไข่มุก”

ชื่อ.....กลุ่มเรียน.....รหัสนักศึกษา.....

ชานมไข่มุก มีถิ่นกำเนิดจากประเทศไต้หวัน เรียกกันว่า Boba Tea ชานมไข่มุกเกิดขึ้นด้วยความบังเอิญ โดยแต่เดิมแล้วคนไต้หวันชอบทานขนม **เฟิ่นเหยียน (Fen Yuan)** เหมือนขนมโมจิญี่ปุ่นในปัจจุบันขนมเฟิ่นเหยียน Fen Yuan ซึ่งทำมาจากแป้งมันสำปะหลัง ก็จะคล้ายๆ กับตัวไข่มุก แต่จะไม่หนึบเหมือนไข่มุกที่ใส่ชานม

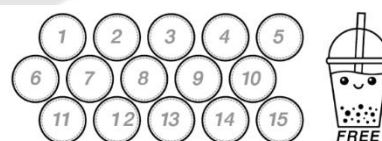
ก่อนปี 1980 ชาวไต้หวันจะดื่มแต่ชาร้อนไม่นิยมดื่มชาเย็นเนื่องจากวัฒนธรรมมาจากชาวจีนที่อพยพเข้ามาไต้หวัน กระทั่งมีชาวไต้หวันคนหนึ่งได้ไปเที่ยวที่ประเทศญี่ปุ่นใน เห็นคนญี่ปุ่นกินกาแฟใส่น้ำแข็ง จึงเกิดไอเดีย และกลับมาเป็นร้านชาเย็นที่ไต้หวัน สรุปว่าขายดีมากทีเดียว แต่ชาเย็นไต้หวันในตอนนั้นยังไม่ใส่ไข่มุก

ในปี 1988 ขณะที่ชาวไต้หวันคนหนึ่ง (Ms. Lin Hsiu Hui) กำลังประชุมกันในร้านเรื่องของการคิดค้นสูตรชาใหม่ๆ มาขาย เนื่องจากคนเริ่มเบื่อชาสูตรเก่า ๆ ในตอนนั้นเธอกำลังกินขนมหวานที่เรียกว่า **เฟิ่นเหยียน** อยู่ด้วยความนึกสนุกเขาก็เทเฟิ่นเหยียนที่กำลังกินอยู่ ลงไปในชานมเย็นที่วางอยู่ในห้องประชุม แล้วเขาก็ลองชิม แล้วรู้สึกอร่อยดี เลยนำเสนอให้ทุกคนลองชิมดูและก็ได้สูตรใหม่ออกมาเป็น “**ชานมไข่มุก**”

<http://www.thaismescenter.com/ประวัติศาสตร์-ชานมไข่มุก-ที่โลกต้องรู้/>

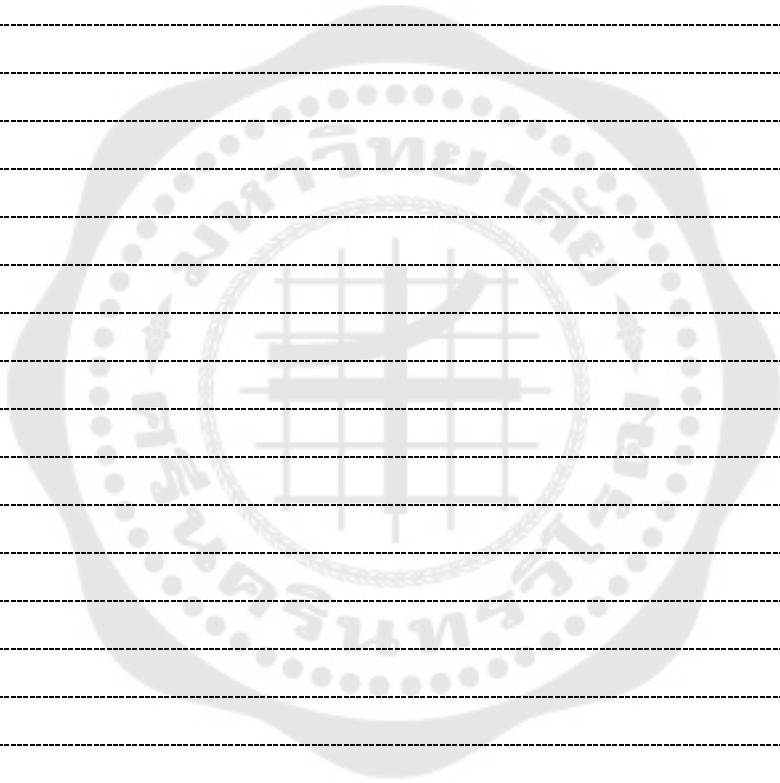
ณ ร้านชาทรัพย์ได้มาเปิดขายชานมไข่มุกหน้าโรงเรียนแห่งหนึ่งในราคาแก้วละ 25 บาท และได้ติดป้ายประกาศดังนี้

ซื้อชานมไข่มุก ครบ 30 บาท รับตราประทับ 1 ดวง
สะสมครบ 15 ดวง แลกรับชานมไข่มุกฟรี 1 แก้ว

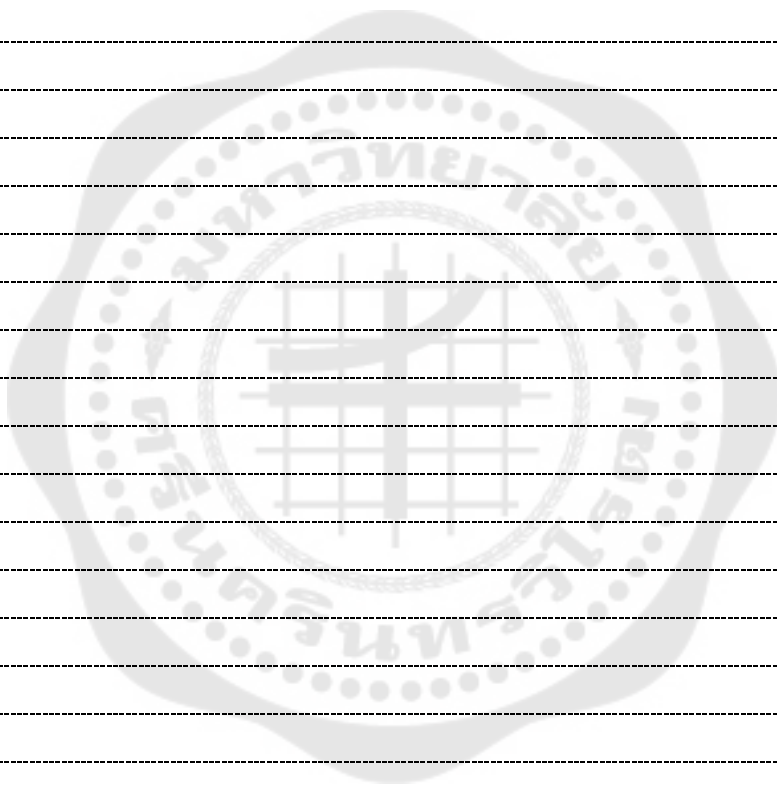


ถ้าเบญญาและเอญญาเป็นลูกค้าและซื้อชานมไข่มุก คนละ 1 แก้ว ทุกวัน อยากทราบว่าเบญญาและเอญญาต้องจ่ายเงินรวมกันอย่างน้อยที่สุดกี่บาท จึงจะมีตราประทับเพียงพอที่จะแลกชานมไข่มุกฟรี 1 แก้ว

1. จงแสดงวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้



2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2 อย่างละเอียด



ตัวอย่างการเฉลยใบกิจกรรมที่ 3 Problem reformulation 2 “ซานมไข่มุก”

1.1 จงแสดงวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ข้อ 1 สิ่งที่ต้องการหามีอะไรบ้าง

นักศึกษาควรตอบว่า

- เบญ่าและเฮงย่าต้องจ่ายเงินรวมกันอย่างน้อยที่สุดกี่บาท จึงจะมีตราประทับเพียงพอที่จะแลกซานมไข่มุกฟรี 1 แก้ว

ข้อ 2 ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง

- เบญ่าและเฮงย่าเป็นลูกค้าและซื้อซานมไข่มุก คนละ 1 แก้ว ทุกวัน
- ซานมไข่มุกราคาแก้วละ 25 บาท
- ซื้อซานมไข่มุก ครบ 30 บาท รับตราประทับ 1 ดวง
- สะสมตราประทับครบ 15 ดวง แลกรับซานมไข่มุกฟรี 1 แก้ว

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

ข้อ 3 ความรู้ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบมีอะไรบ้าง

นักศึกษาอาจตอบว่า

- ความรู้เรื่อง การคูณ การหาร การประมาณค่า

ข้อ 4 กลยุทธ์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบมีอะไรบ้าง

นักศึกษาอาจตอบว่า

- กลยุทธ์ที่ใช้ เช่น การสร้างตาราง

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการตามแผน

ข้อ 5 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

นักศึกษาอาจใช้การสร้างตาราง ดังนี้

วันที่	จำนวนชานมไข่มุกที่เบญจ่าซื้อ (แก้ว)	จำนวนชานมไข่มุกที่เอญ่าซื้อ (แก้ว)	จำนวนเงินที่ซื้อชานมไข่มุก (บาท)	รวมจำนวนเงินที่ซื้อชานมไข่มุก (บาท)	จำนวนตราประทับ (ดวง)	รวมจำนวนตราประทับ (ดวง)
1	1	1	50	50	1	1
2	1	1	50	100	1	2
3	1	1	50	150	1	3
4	1	1	50	200	1	4
5	1	1	50	250	1	5
6	1	1	50	300	1	6
7	1	1	50	350	1	7
8	1	1	50	400	1	8
9	1	1	50	450	1	9
10	1	1	50	500	1	10
11	1	1	50	550	1	11
12	1	1	50	600	1	12
13	1	1	50	650	1	13
14	1	1	50	700	1	14
15	1	1	50	750	1	15

ตอบ เบญจ่าและเอญ่าต้องจ่ายเงินรวมกันอย่างน้อยที่สุด 750 บาท

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

ข้อ 6 ตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ

จากข้างต้นจะเห็นว่า เบญจ่าและเอญ่าซื้อชานมคนละ 1 แก้วทุกวัน ทั้งคู่จะจ่ายเงินรวมกัน 50 บาทและจะได้ตราประทับวันละ 1 ดวง และจากเงื่อนไขของร้านต้องสะสมให้ครบ 15 ดวง จึงจะได้รับชานมฟรี 1 แก้ว แสดงว่าถ้าอยากได้รับชานมฟรี 1 แก้ว จะต้องซื้อชานมอย่างน้อย 15 วัน และ จ่ายเงินค่าชานมวันละ 50 บาท

ดังนั้น เบญจ่าและเอญ่าต้องจ่ายเงินรวมกันอย่างน้อยที่สุดเป็นเงิน 750 บาท

2. การตั้งปัญหาใหม่

2.1 เงื่อนไขสำคัญของสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีอะไรบ้าง

- ชานมไข่มุกราคาแก้วละ 25 บาท - ซื้อชานมไข่มุก ครบ 30 บาท รับตราประทับ 1 ดวง สะสมครบ 15 ดวง แลกรับชานมไข่มุกฟรี 1 แก้ว - เบญญาและเอญาซื้อชานมไข่มุก คนละ 1 แก้ว ทุกวัน	
- ทำการขยายและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือบริบทของปัญหา หรือ ข้อมูลหรือเงื่อนไขของปัญหา หรือ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	

นักศึกษาอาจจะดำเนินการดังนี้

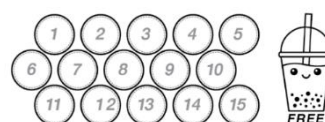
- **เปลี่ยนแปลงโปรโมชัน** เช่น ซื้อชานมไข่มุก 1 แก้ว รับตราประทับ 1 ดวง สะสมครบ 10 ดวง แลกรับชานมไข่มุกฟรี 1 แก้ว หรือ ซื้อชานมไข่มุก 1 แก้ว รับตราประทับ 1 ดวง สะสมครบ 10 ดวง รับส่วนลด 10 บาทในการซื้อแก้วถัดไป
- **เพิ่มโปรโมชันและเพิ่มเงื่อนไข** เช่น ซื้อชานมไข่มุก 1 แก้ว รับตราประทับ 1 ดวง และรับเพิ่มอีก 1 ดวงเมื่อซื้อในวันพุธ สะสมครบ 15 ดวง แลกรับชานมไข่มุกฟรี 1 แก้ว หรือ ถ้าใช้เงิน 500 บาท ซื้อชานมไข่มุก จะได้ชานมไข่มุกฟรีอีกแก้ว
- **เปลี่ยนยุทธวิธีในการแก้ปัญหา** เช่น ให้แสดงแนวคิดว่าจะจ่ายเงินอย่างคุ้มค่ากี่บาทเพื่อซื้อชานมไข่มุกอย่างน้อยที่สุดก็แก้วต่อการซื้อ 1 ครั้ง

2.2 จากสถานการณ์ข้างต้น ให้สร้างสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนด

นักศึกษาอาจจะสร้างสถานการณ์ปัญหาดังนี้

ณ ร้านชาตรพย์ได้มาเปิดขายชานมไข่มุกหน้าโรงเรียนแห่งหนึ่งในราคาแก้วละ 25 บาท และได้ติดป้ายประกาศดังนี้

ซื้อชานมไข่มุก ครบ 30 บาท รับตราประทับ 1 ดวง
สะสมครบ 15 ดวง แลกรับชานมไข่มุกฟรี 1 แก้ว



ถ้าเบญญาและเอญามีเงินรวมกัน 500 บาท อยากทราบว่าถ้าเบญญาและเอญาใช้เงินทั้งหมดซื้อชานมไข่มุกพวกเขาทั้งสองจะได้ชานมไข่มุกฟรีกี่แก้ว

2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2 อย่างละเอียด

จำนวนแก้วที่ซื้อขนมไข่มุก	จำนวนเงินที่ซื้อขนมไข่มุก (บาท)	จำนวนตราประทับที่ได้รับ (ดวง)
1	25	0
2	50	1
3	75	2
4	100	3
5	125	4
6	150	5
7	175	5
8	200	6
9	225	7
10	250	8
11	275	9
12	300	10
13	325	10
จำนวนแก้วที่ซื้อขนมไข่มุก	จำนวนเงินที่ซื้อขนมไข่มุก (บาท)	จำนวนตราประทับที่ได้รับ (ดวง)
14	350	11
15	375	12
16	400	13
17	425	14
18	450	15
19	475	15
20	500	16

ดังนั้นจากตารางข้างต้นจะเห็นว่าถ้าเบญญาและเอญามีเงินใช้เงิน 500 บาท ในการซื้อไข่มุกพวกเขาทั้งสองจะได้ขนมไข่มุกฟรีเพียง 1 แก้ว

แบบสังเกตพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

วันที่: _____ เวลา _____

ชื่อกิจกรรม: _____

ชื่อนักศึกษา: 1. _____
 2. _____
 3. _____
 4. _____

พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์		นักศึกษาคนที่				ข้อสังเกตเพิ่มเติม
		1	2	3	4	
01	มี “ความกระตือรือร้น” ในการซักถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหา					
02	มี “การขีดเขียน/วาดรูปประกอบ” ขณะทำความเข้าใจปัญหา					
03	อธิบาย “แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์” ได้ถูกต้องชัดเจน					
04	ระบุ “ข้อมูลหรือเงื่อนไข” ของสถานการณ์ได้ถูกต้อง					
05	ระบุ “สิ่งที่สถานการณ์ต้องการหา” ได้ถูกต้อง					
06	อธิบาย “แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา” ได้ถูกต้อง					
07	เลือกใช้ “แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา” ได้ถูกต้อง					
08	อธิบาย “วิธีการ/ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา” ได้ถูกต้อง					
09	เลือกใช้ “วิธีการ/ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา” หลากหลาย					
10	มี “การวางแผน/การคิดอย่างเป็นระเบียบ/ขั้นตอน” ได้เหมาะสม					
11	ระบุ “คำตอบของสถานการณ์ปัญหา” ได้ถูกต้อง					
12	มี “การเปรียบเทียบ/ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ					
13	มี “ความกระตือรือร้น” ในการซักถามทำความเข้าใจเกี่ยวกับการตั้งปัญหา					
14	อธิบาย “แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหา” ได้					
15	เลือกใช้ “ข้อมูล/เงื่อนไขในการตั้งปัญหา” ได้อย่างเหมาะสม					
16	มี “การใช้ภาษาในการตั้งปัญหา” ได้อย่างเหมาะสม					
17	สามารถนำปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งขึ้นไปในโลกจริงได้อย่างเหมาะสม					
18	มี “ความกระตือรือร้นในการอยากรู้ผลการตั้งปัญหา” ของผู้อื่น					
19	มี “ส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายผลการแก้ปัญหา” ของชั้นเรียน					
20	มี “ส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายผลการตั้งปัญหา” ของชั้นเรียน					

การให้คะแนน 0 คือ ไม่แสดงพฤติกรรม 1 คือ แสดงพฤติกรรมน้อย 1 คือ แสดงพฤติกรรมมาก

แบบสัมภาษณ์พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

วันที่: _____ เวลา _____

ชื่อกิจกรรม: _____

ชื่อนักศึกษา: _____

ประเด็นที่สัมภาษณ์		บันทึกคำตอบของนักศึกษา
01.	สถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้นมีจุดเด่นอย่างไร	..... .....
02.	ข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอสำหรับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่	..... .....
03.	สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักศึกษาตั้งขึ้นมีเงื่อนไขที่สำคัญอะไรบ้าง	..... .....
04.	นักศึกษาใช้กระบวนการใดในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	..... .....
05.	นักศึกษาใช้ยุทธวิธีใดบ้างในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	..... .....
06.	นักศึกษาใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาในการแก้ปัญหาหรือไม่ อย่างไร	..... .....
07.	นักศึกษาคิดว่าสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่นักศึกษากำหนดมีความแตกต่างจากปัญหาเดิมหรือไม่ อย่างไร	..... .....
08.	นักศึกษาคิดว่าสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร	..... ..... .....
09.	นักศึกษาคิดว่าการนำเสนอผลการตั้งปัญหาของผู้อื่นส่งผลกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองหรือไม่ อย่างไร	..... ..... .....
10.	นักศึกษาคิดว่าการแก้ปัญหาส่งผลต่อการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร	..... .....

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10

ชื่อกิจกรรม ซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model: Problem generation 1) ระยะเวลา 3 ชั่วโมง

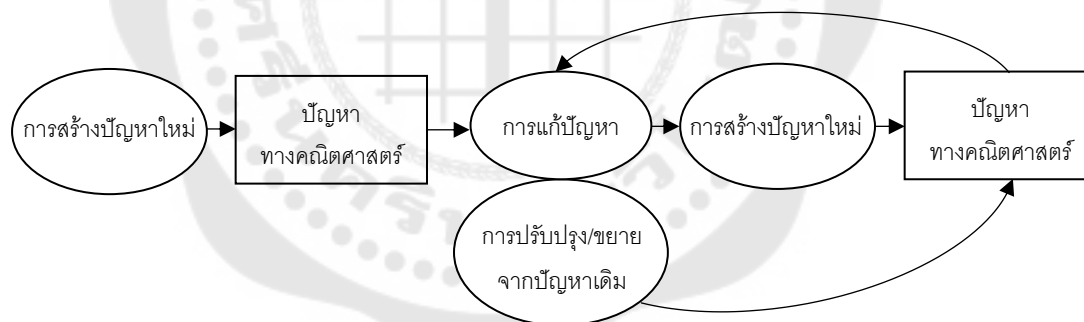
1. จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้ นักศึกษาเข้าใจกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) มี 2 ขั้นตอนดังนี้

- 1) การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว
(Problem reformulation)
- 2) การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
(Problem generation)

2. แนวคิดที่สำคัญ

การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) ประกอบด้วย Problem generation คือการสร้างปัญหาใหม่ ๆ จากเรื่องราวหรือข้อมูลที่กำหนดให้ และ Problem reformulation คือการปรับปรุงข้อมูลหรือขยายเงื่อนไขจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 Silver's problem-posing model

ที่มา: Silver, E. A. (1994). On Mathematical Problem Posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19-28.

3. สื่อการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรมที่ 10 Problem generation 4 “จ๊กจั่น”

4. ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

4.1 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันทบทวนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) ในขั้นที่ 1) การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) และ 2) การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) (ใช้เวลา 5 นาที)

4.2 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันทบทวนยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ (1. สร้างตาราง 2. การหาแบบรูป 3. การเขียนแผนผัง หรือภาพประกอบ 4. การเดาและตรวจสอบ 5. แจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด 6. เขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ 7. การดำเนินการแบบย้อนกลับ 8. แบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ หรือเปลี่ยนมุมมองปัญหา 9. การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก) (ใช้เวลา 10 นาที)

4.3 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันทบทวนขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหา (กระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการตามแผน และ ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล โดยกระบวนการแก้ปัญหาขั้นที่ 1-4 มีความเป็นพลวัตสามารถเวียนและสลับไปมาได้) (ใช้เวลา 15 นาที)

4.4 ผู้สอนให้นักศึกษาทำใบกิจกรรมที่ 2 Problem generation โดยให้นักศึกษาลงมือสร้างสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นใหม่จากจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (ใช้เวลา 30 นาที)

4.5 ผู้สอนให้นักศึกษาแต่ละคนออกมานำเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักศึกษาตั้งขึ้น แล้วให้เพื่อนนักศึกษาคนอื่น ๆ ร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการที่นักศึกษาใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งร่วมกันตรวจสอบความสมเหตุสมผลของปัญหา วิธีการแก้ปัญหารวมถึงคำตอบที่ได้ หลังจากนั้นผู้สอนสรุปกระบวนการที่นักศึกษาลงมือใช้ในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนที่ 2 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation)

(ขั้นที่ 1 การเลือกข้อมูล/เรื่องราวที่นักศึกษาสงสัยเพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างหรือบริบทปัญหา

ขั้นที่ 2 การคิดหาเงื่อนไขจากข้อมูล/เรื่องราวที่สนใจแล้วคัดเลือกเงื่อนไขที่ต้องการ

ขั้นที่ 3 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยการนำโครงสร้างหรือบริบทปัญหา และเงื่อนไขจากประเด็นที่ต้องการ มาเขียนเรียบเรียงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 การแสดงแนวคิดขั้นตอน/วิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้น) (ใช้เวลา 90 นาที)

4.6 ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันสรุปกระบวนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของซิลเวอร์ (Silver's problem-posing model) ในขั้นตอนที่ 2 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation) สามารถทำได้โดย 1) การเลือกข้อมูล/เรื่องราวที่นักศึกษาสงสัยเพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างหรือบริบทปัญหา 2) การคิดหาเงื่อนไขจากข้อมูล/เรื่องราวที่สนใจแล้วคัดเลือกเงื่อนไขที่ต้องการ 3) การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยการนำโครงสร้างหรือบริบทปัญหา และเงื่อนไขจากประเด็นที่ต้องการ มาเขียนเรียบเรียงเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 4) การแสดงแนวคิดขั้นตอน/วิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาที่ตนเองตั้งขึ้น แล้วให้นักศึกษากลับไปทบทวนและหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา (ใช้เวลา 30 นาที)

5. การประเมินผล

ประเมินสภาพการตั้งปัญหาของนักศึกษาจากใบกิจกรรมที่ 8 Problem generation พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะตั้งปัญหา การนำเสนอการตั้งปัญหา และการอภิปรายผลจากการตั้งปัญหาซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
บริบทของปัญหา (Context)	เปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์ปัญหาเดิมเพียงเล็กน้อย	เปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์ปัญหาเดิมเพียงบางส่วน	เปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์ที่เป็นบริบทที่แตกต่างจากบริบทเดิมแต่ไม่ชัดเจน	เปลี่ยนแปลงบริบทของสถานการณ์ปัญหาเป็นบริบทที่แตกต่างจากเดิมได้ชัดเจน
ภาษา (Language)	เขียนข้อความในสถานการณ์เป็นวลี	เขียนข้อความในสถานการณ์เป็นประโยคที่อ่านแล้วพอสื่อให้เข้าใจได้เพียงบางส่วน	เขียนข้อความในสถานการณ์เป็นประโยคที่อ่านแล้วพอสื่อให้เข้าใจได้เป็นส่วนใหญ่	เขียนข้อความในสถานการณ์เป็นประโยคที่อ่านแล้วได้ใจความสมบูรณ์ตามหลักไวยากรณ์
ปัญหาที่สามารถแก้ได้ (Solvable)	แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้เพียงเล็กน้อย	แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้เพียงบางส่วน	แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนแต่เขียนอธิบายไม่ชัดเจน	แสดงขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนพร้อมทั้งเขียนอธิบายได้ชัดเจน
ยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies)	แสดงร่องรอยการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาแต่ไม่สามารถนำไปสู่คำตอบได้	แสดงร่องรอยการเลือกใช้หรือปรับเปลี่ยนยุทธวิธีในการแก้ปัญหา	เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสมแต่สามารถนำไปสู่คำตอบได้	เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม
ความสมเหตุสมผลของปัญหา (Reasonability)	สถานการณ์หรือผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้เพียงบางส่วน	สถานการณ์หรือผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้	สถานการณ์และผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้เพียงบางส่วน	สถานการณ์และผลเฉลยของปัญหามีความเป็นไปได้และสามารถนำไปใช้ในโลกรจริงได้อย่างเหมาะสม

6. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6.1) ด้านผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

.....

6.2) ด้านผู้สอน

.....

.....

.....

.....

.....

6.3) ด้านอื่น ๆ (ถ้ามี)

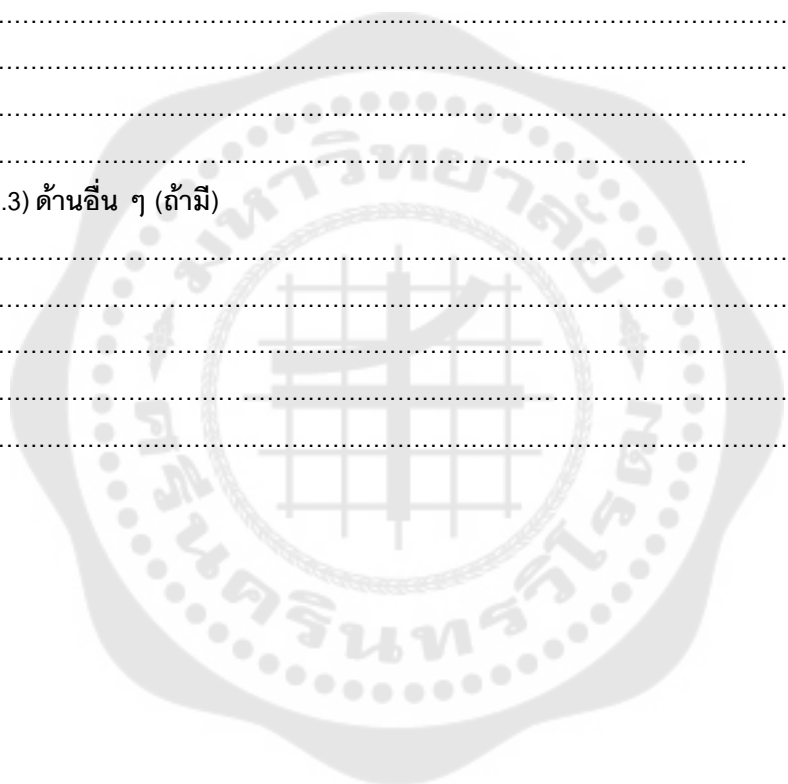
.....

.....

.....

.....

.....



ใบกิจกรรมที่ 8 Problem generation 4 “จ๊กจั่น”

ชื่อ.....กลุ่มเรียน.....รหัสนักศึกษา.....

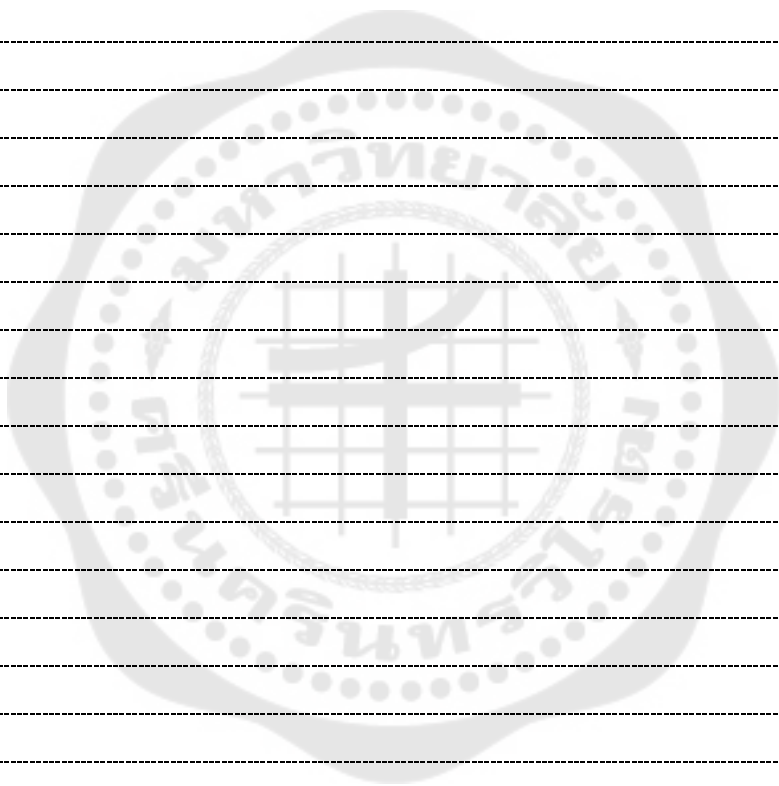
ให้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับจ๊กจั่น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

จ๊กจั่น (cicada) เป็นแมลงคล้าย ๆ ตั๊กแตน (locust) มีอยู่ทุกทวีปยกเว้นทวีปแอนตาร์กติกา จ๊กจั่นที่พบทั่วไปในประเทศไทย มีลำตัวสีเขียว ชาวบ้านเรียกว่า “เวียด” ส่วนจ๊กจั่นที่มีลำตัวสีขาว เรียก “วาด” บางพื้นที่เรียกตามขนาด ถ้าเป็นตัวใหญ่เรียกว่า “จ๊กจ่า” ส่วนตัวเล็กเรียกว่า “จ๊กแจ้ง”

จ๊กจั่นเป็นแมลงที่ดูดกินน้ำเลี้ยงจากรากของต้นไม้เป็นอาหาร ชีวิตส่วนใหญ่อาศัยอยู่ใต้พื้นดิน โดยมีจ๊กจั่นชนิดหนึ่งในแถบอเมริกาเหนือเรียกว่า **periodical cicadas** มีหลายสายพันธุ์แยกย่อยกันออกไป 13 – year cicada เป็นชื่อของจ๊กจั่นที่ไผ่ขึ้นจากพื้นดินในทุก ๆ 13 ปี เพื่อลอกคราบ สืบพันธุ์ วางไข่ โดยตัวเมียที่โตเต็มวัยจะวางไข่ 400 ถึง 600 ฟองตามกิ่งไม้ จากนั้นพ่อแม่จ๊กจั่นก็จะตาย และอีก 2-3 สัปดาห์ต่อมา ไข่ก็จะฟักตัวเองออกมาเป็นลูกจ๊กจั่นอ่อน ๆ และหล่นลงมาตามพื้น มันจะค่อย ๆ ขอนไชลงไปใต้ดินและอาศัยอยู่ใต้พื้นดิน ซึ่งเราจะเห็นลูกจ๊กจั่นเหล่านี้ไผ่ขึ้นมาจากพื้นดินอีก 13 ปี ต่อมาแล้วเริ่มวงจรชีวิตแบบเดิมอีกครั้ง เช่นเดียวกับ 17 – year cicada ที่จะไผ่ขึ้นมากจากพื้นดินในทุก ๆ 17 ปี



3. ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2. อย่างละเอียด



ตัวอย่างการเฉลยใบกิจกรรมที่ 10 Problem generation 4 “จักจั่น”

1. เงื่อนไขสำคัญของสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 1 การเลือกข้อมูล/เรื่องราว

ข้อมูลที่น่าสนใจในการสร้างสถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง

- 13 – year cicada เป็นชื่อของจักจั่นที่ไผ่ขึ้นจากพื้นดินในทุก ๆ 13 ปี
- 17 – year cicada เป็นชื่อของจักจั่นที่ไผ่ขึ้นจากพื้นดินในทุก ๆ 17 ปี
- จักจั่นตัวเมียที่โตเต็มวัยจะวางไข่ 400 ถึง 600 ฟองตามกิ่งไม้
- ไข่ของจักจั่นใช้เวลาในการฟักตัวเอง 2-3 สัปดาห์

ขั้นที่ 2 การคิดหาเงื่อนไข

เงื่อนไขที่มีในการตั้งปัญหา

- ปีที่จักจั่นทั้งสองชนิดจะได้ไผ่ขึ้นมาพร้อมกัน เช่น ถ้าปี ค.ศ. 2020 จักจั่นสองชนิดไผ่ขึ้นมาพร้อมกัน อยากทราบว่าในปี ค.ศ. ไດที่จักจั่นจะไผ่ขึ้นมาพร้อมกันอีกครั้ง
- ปีที่จักจั่นทั้งสองชนิดจะได้ไผ่ขึ้นมาพร้อมกัน เช่น ถ้าปี ค.ศ. 2000 จักจั่น 17 – year cicada ไผ่ขึ้นมาจากพื้นดิน และในปีค.ศ. 2002 จักจั่น 13 – year cicada ไผ่ขึ้นมาจากพื้นดิน อยากทราบว่าจักจั่นจะไผ่ขึ้นมาพร้อมกันในปี ค.ศ. ไດ
- เพิ่มแมลงชนิดอื่น เช่น ตัวบางสายพันธุ์ไผ่ขึ้นมาในทุก ๆ 5 ปี ถ้าปี ค.ศ. 2020 จักจั่นและตัวบางสายพันธุ์ไผ่ขึ้นมาพร้อมกัน อยากทราบว่าในปี ค.ศ. ไດที่จักจั่นและตัวบางสายพันธุ์จะไผ่ขึ้นมาพร้อมกันอีกครั้ง

2. จากสถานการณ์ข้างต้น ให้สร้างสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

จงสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เงื่อนไขที่กำหนด

ตัวอย่างการสร้างสถานการณ์หรือปัญหา

โรงเรียนแห่งหนึ่งได้พานักเรียนไปทัศนศึกษาที่พิพิธภัณฑ์แมลง พิพิธภัณฑ์ได้จัดแสดงเกี่ยวกับแมลงที่อาศัยอยู่ใต้ดิน เช่น จักจั่น 13 – year cicada เป็นจักจั่นที่จะไผ่ขึ้นมาจากพื้นดินทุก ๆ 13 ปี

จักจั่น 17 – year cicada เป็นจักจั่นที่จะไผ่ขึ้นมาจากพื้นดินทุก ๆ 17 ปี และมีด้วงบางสายพันธุ์ไผ่ขึ้นมากใน ทุก ๆ 5 ปี นักชีววิทยาพบว่าด้วงและจักจั่นทั้งสองสายพันธุ์ไผ่ขึ้นมาจากพื้นดินพร้อมกันในปี ค.ศ. 2020 หากปรากฏการณ์นี้ยังเกิดขึ้นต่อเนื่อง จงหาว่าปี ค.ศ. ไต่บ้างที่ด้วง จักจั่น 13 – year cicada หรือจักจั่น 17 - year cicada จะไผ่ขึ้นมาจากพื้นดินพร้อมกันอย่างน้อยสองชนิดก่อนจะไผ่ขึ้นมาจากพื้นดินพร้อมกันอีกครั้งทั้งสามชนิด

3. ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2. อย่างละเอียด

ขั้นที่ 4 การแสดงแนวคิดขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา

ตัวอย่างแนวคิดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ข้อ 1 สิ่งที่ต้องการหามีอะไรบ้าง

- หาว่าปี ค.ศ. ไต่บ้างที่ด้วงหรือจักจั่น 13 – year cicada หรือจักจั่น 17 - year cicada จะไผ่ขึ้นมากพบกันอย่างน้อยสองชนิดก่อนจะไผ่ขึ้นมากพร้อมกันทั้งสามชนิดอีกครั้ง

ข้อ 2 ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง

- จักจั่น 13 – year cicada เป็นจักจั่นที่จะไผ่ขึ้นมาจากพื้นดินทุก ๆ 13 ปี
- จักจั่น 17 – year cicada เป็นจักจั่นที่จะไผ่ขึ้นมาจากพื้นดินทุก ๆ 17 ปี
- ด้วงบางสายพันธุ์ไผ่ขึ้นมากใน ทุก ๆ 5 ปี
- ด้วงและจักจั่นทั้งสองสายพันธุ์เกิดขึ้นพร้อมกันในปี ค.ศ. 2020

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

ข้อ 3 ความรู้ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบมีอะไรบ้าง

- ค.ร.น
- ตัวประกอบร่วม

ข้อ 4 กลยุทธ์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบมีอะไรบ้าง

- แจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

ข้อ 5 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1) คำนวณหาปี ค.ศ. ที่แมลงทั้งสามชนิดจะโผล่ขึ้นมาพร้อมกันอีกครั้ง

โดยการหา ค.ร.น ของ 5, 13 และ 17 เนื่องจากทั้งสามจำนวนไม่มีตัวประกอบร่วม ดังนั้น ค.ร.น ของ 5, 13 และ 17 คือ $5 \times 13 \times 17 = 1,105$

แสดงว่า อีก 1,105 ปี แมลงทั้งสามชนิดจะโผล่ขึ้นมาพร้อมกันทั้งสามชนิดอีกครั้ง

ดังนั้น ปี ค.ศ. 3125 แมลงทั้งสามชนิดจะโผล่ขึ้นมาพร้อมกันทั้งสามชนิดอีกครั้ง

2) คำนวณหาปี ค.ศ. ที่แมลงอย่างน้อยสองชนิดจะโผล่ขึ้นมาพร้อมกัน ก่อนที่แมลงทั้งสามชนิดจะโผล่ขึ้นมาพร้อมกันอีกครั้งในปี ค.ศ. 3125 (ระหว่าง ปี ค.ศ. 2020 – 3125)

เนื่องจากมีแมลงทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ตัว จักจั่น 13 – year cicada และจักจั่น 17 – year cicada ดังนั้นจึงสามารถแจกกรณีที่แมลงสองชนิดจะโผล่ขึ้นมาพร้อมกันได้ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ตัว จักจั่น 13 – year cicada โผล่ขึ้นมาพร้อมกัน

หาปี ค.ศ. ที่ตัว จักจั่น 13 – year cicada โผล่ขึ้นมาพร้อมกันโดยหา ค.ร.น ของ 5 และ 13 เนื่องจากทั้งสองจำนวนไม่มีตัวประกอบร่วม ดังนั้น ค.ร.น ของ 5 และ 13 คือ $5 \times 13 = 65$

แสดงว่า ทุก ๆ 65 ปี ตัว จักจั่น 13 – year cicada จะโผล่ขึ้นมาพร้อมกัน

ดังนั้น ระหว่าง ปี ค.ศ. 2020 – 3125 ตัว จักจั่น 13 – year cicada โผล่ขึ้นมาพร้อมกันในปี ค.ศ. ดังนี้

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + 65 = \text{ปี ค.ศ. } 2085$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 2) = \text{ปี ค.ศ. } 2150$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 3) = \text{ปี ค.ศ. } 2215$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 4) = \text{ปี ค.ศ. } 2280$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 5) = \text{ปี ค.ศ. } 2345$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 6) = \text{ปี ค.ศ. } 2410$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 7) = \text{ปี ค.ศ. } 2475$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 8) = \text{ปี ค.ศ. } 2540$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 9) = \text{ปี ค.ศ. } 2605$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 10) = \text{ปี ค.ศ. } 2670$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 11) = \text{ปี ค.ศ. } 2735$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 12) = \text{ปี ค.ศ. } 2800$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 13) = \text{ปี ค.ศ. } 2865$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 14) = \text{ปี ค.ศ. } 2930$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 15) = \text{ปี ค.ศ. } 2995$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (65 \times 16) = \text{ปี ค.ศ. } 3065$$

กรณีที่ 2 ด้วง กับ จักจั่น 17 – year cicada โผล่ขึ้นมาพร้อมกัน

หาปี ค.ศ. ที่ด้วง กับ จักจั่น 17 – year cicada โผล่ขึ้นมาพร้อมกันโดยหา ค.ร.น ของ 5 และ 17 เนื่องจากทั้งสองจำนวนไม่มีตัวประกอบร่วม ดังนั้น ค.ร.น ของ 5 และ 17 คือ $5 \times 17 = 85$

แสดงว่า ทุก ๆ 85 ปี ด้วง กับ จักจั่น 17 – year cicada จะโผล่ขึ้นมาพร้อมกัน

ดังนั้น ระหว่าง ปี ค.ศ. 2020 – 3125 ด้วง กับ จักจั่น 17 – year cicada โผล่ขึ้นมาพร้อมกัน ในปี ค.ศ. ดังนี้

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + 85 = \text{ปี ค.ศ. } 2105$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (85 \times 2) = \text{ปี ค.ศ. } 2190$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (85 \times 3) = \text{ปี ค.ศ. } 2275$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (85 \times 4) = \text{ปี ค.ศ. } 2360$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (85 \times 5) = \text{ปี ค.ศ. } 2445$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (85 \times 6) = \text{ปี ค.ศ. } 2530$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (85 \times 7) = \text{ปี ค.ศ. } 2615$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (85 \times 8) = \text{ปี ค.ศ. } 2700$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (85 \times 9) = \text{ปี ค.ศ. } 2785$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (85 \times 10) = \text{ปี ค.ศ. } 2870$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (85 \times 11) = \text{ปี ค.ศ. } 2955$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (85 \times 13) = \text{ปี ค.ศ. } 3040$$

กรณีที่ 3 จักจั่น 13 – year cicada กับ จักจั่น 17 – year cicada โผล่ขึ้นมาพร้อมกัน

หาปี ค.ศ. ที่จักจั่น 13 – year cicada กับ จักจั่น 17 – year cicada โผล่ขึ้นมาพร้อมกันโดยหา ค.ร.น ของ 13 และ 17 เนื่องจากทั้งสองจำนวนไม่มีตัวประกอบร่วม ดังนั้น ค.ร.น ของ 13 และ 17 คือ $13 \times 17 = 221$

แสดงว่า ทุก ๆ 221 ปี จักจั่น 13 – year cicada กับ จักจั่น 17 – year cicada จะโผล่ขึ้นมาพร้อมกัน

ดังนั้น ระหว่าง ปี ค.ศ. 2020 – 3125 จักจั่น 13 – year cicada กับ จักจั่น 17 – year cicada โผล่ขึ้นมาพร้อมกัน ในปี ค.ศ. ดังนี้

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + 221 = \text{ปี ค.ศ. } 2241$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (221 \times 2) = \text{ปี ค.ศ. } 2462$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (221 \times 3) = \text{ปี ค.ศ. } 2683$$

$$\text{ปี ค.ศ. } 2020 + (221 \times 4) = \text{ปี ค.ศ. } 2904$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

ข้อ 6 จงตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ

จากการแจกแจงกรณีทั้งหมด ปรากฏว่าในระหว่าง ปี 2020 – 3125 ตัว จักจั่น 13 – year cicada หรือจักจั่น 17 – year cicada จะโผล่ขึ้นมาจากพื้นดินพร้อมกันอย่างน้อยสองชนิดในปี ค.ศ. 2085 2150 2215 2280 2345 2410 2475 2540 2605 2670 2735 2800 2865 2930 2995 3065 2105 2190 2275 2360 2445 2530 2615 2700 2785 2870 2955 3040 2241 2462 2683 2904

แบบสังเกตพฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

วันที่: _____ เวลา _____

ชื่อกิจกรรม: _____

ชื่อนักศึกษา: 1. _____
 2. _____
 3. _____
 4. _____

พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์		นักศึกษาคนที่				ข้อสังเกตเพิ่มเติม
		1	2	3	4	
01	มี “ความกระตือรือร้น” ในการซักถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหา					
02	มี “การขีดเขียน/วาดรูปประกอบ” ขณะทำความเข้าใจปัญหา					
03	อธิบาย “แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์” ได้ถูกต้องชัดเจน					
04	ระบุ “ข้อมูลหรือเงื่อนไข” ของสถานการณ์ได้ถูกต้อง					
05	ระบุ “สิ่งที่สถานการณ์ต้องการหา” ได้ถูกต้อง					
06	อธิบาย “แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา” ได้ถูกต้อง					
07	เลือกใช้ “แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา” ได้ถูกต้อง					
08	อธิบาย “วิธีการ/ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา” ได้ถูกต้อง					
09	เลือกใช้ “วิธีการ/ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา” หลากหลาย					
10	มี “การวางแผน/การคิดอย่างเป็นระเบียบ/ขั้นตอน” ได้เหมาะสม					
11	ระบุ “คำตอบของสถานการณ์ปัญหา” ได้ถูกต้อง					
12	มี “การเปรียบเทียบ/ตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ					
13	มี “ความกระตือรือร้น” ในการซักถามทำความเข้าใจเกี่ยวกับการตั้งปัญหา					
14	อธิบาย “แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหา” ได้					
15	เลือกใช้ “ข้อมูล/เงื่อนไขในการตั้งปัญหา” ได้อย่างเหมาะสม					
16	มี “การใช้ภาษาในการตั้งปัญหา” ได้อย่างเหมาะสม					
17	สามารถนำปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตั้งขึ้นไปใช้ในโลกจริงได้อย่างเหมาะสม					
18	มี “ความกระตือรือร้นในการอภิปรายผลการตั้งปัญหา” ของผู้อื่น					
19	มี “ส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายผลการแก้ปัญหา” ของชั้นเรียน					
20	มี “ส่วนร่วมและรับผิดชอบในการอภิปรายผลการตั้งปัญหา” ของชั้นเรียน					

การให้คะแนน 0 คือ ไม่แสดงพฤติกรรม 1 คือ แสดงพฤติกรรมน้อย 1 คือ แสดงพฤติกรรมมาก

แบบสัมภาษณ์พฤติกรรมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

วันที่: _____ เวลา _____

ชื่อกิจกรรม: _____

ชื่อนักศึกษา: _____

ประเด็นที่สัมภาษณ์		บันทึกคำตอบของนักศึกษา
01.	สถานการณ์ปัญหาที่นักศึกษาตั้งขึ้นมีจุดเด่นอย่างไร	..... .....
02.	ข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอสำหรับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่	..... .....
03.	สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักศึกษาตั้งขึ้นมีเงื่อนไขที่สำคัญอะไรบ้าง	..... .....
04.	นักศึกษาใช้กระบวนการใดในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์	..... .....
05.	นักศึกษาใช้ทฤษฎีใดบ้างในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์	..... .....
06.	นักศึกษาใช้กระบวนการแก้ปัญหตามแนวคิดของโพลยาในการแก้ปัญหหรือไม่ อย่างไร	..... .....
07.	นักศึกษาคิดว่าสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่นักศึกษตั้งมีความแตกต่างจากปัญหาเดิมหรือไม่ อย่างไร	..... .....
08.	นักศึกษาคิดว่าสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร	..... .....
09.	นักศึกษาคิดว่าการนำเสนอผลการตั้งปัญหาของผู้อื่นส่งผลกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองหรือไม่ อย่างไร	..... .....
10.	นักศึกษาคิดว่าการแก้ปัญหส่งผลต่อการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร	..... .....

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชื่อ.....กลุ่มเรียน.....รหัสนักศึกษา.....

ข้อที่ 1 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เคยแก้มาแล้ว
(Problem reformulation) : โปรโมชัน

คำชี้แจง ให้นักศึกษาแสดงแนวคิด วิธีทำอย่างละเอียด และสามารถทด หรือขีดเขียนลงในกระดาษได้



ร้านชาคาบิบุฟเฟต์ได้จัดโปรโมชันพิเศษรับลูกค้า “มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน” หรือ
“มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน” ในราคาปกติท่านละ 399 บาท

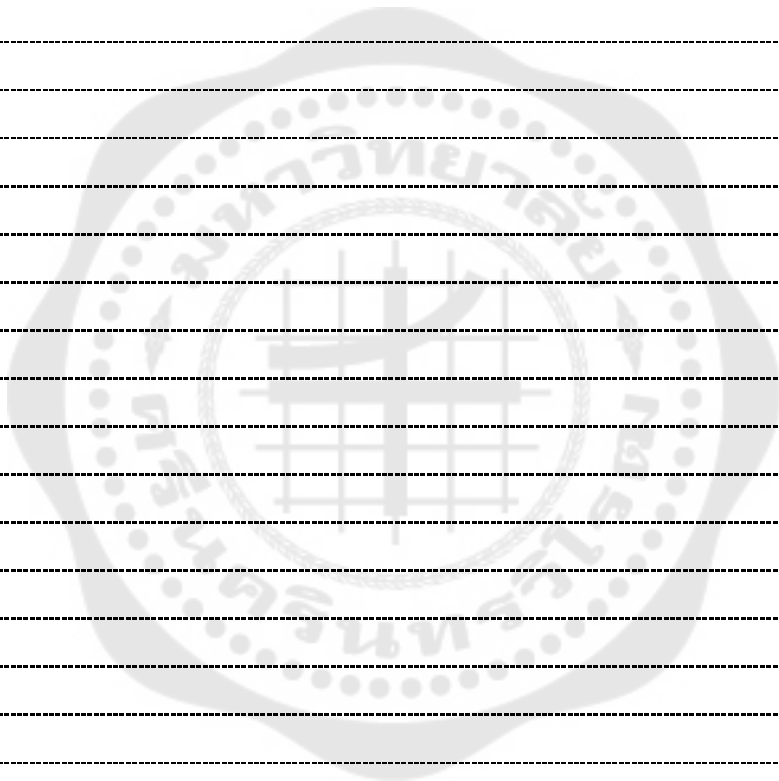
จากโปรโมชันดังกล่าว สรุปได้ว่า

กรณีที่ 1 ถ้ามาทานบุฟเฟต์ 4 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จะจ่ายเป็นเงิน 1,596 บาท แต่จากโปรโมชัน
จะคิดเงินเพียง 3 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท รวมจ่ายเป็นเงิน 1,197 บาท

กรณีที่ 2 ถ้ามาทานบุฟเฟต์ 3 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จะจ่ายเป็นเงิน 1,197 บาท แต่จากโปรโมชัน
จะคิดเงินเพียง 2 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท รวมจ่ายเป็นเงิน 798 บาท

อยากทราบว่าถ้านักศึกษาไปทานบุฟเฟต์จำนวน 7 คน นักศึกษาจะจ่ายเงินน้อยที่สุดกี่บาท

1.1 จงแสดงวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้



2. การตั้งปัญหาใหม่

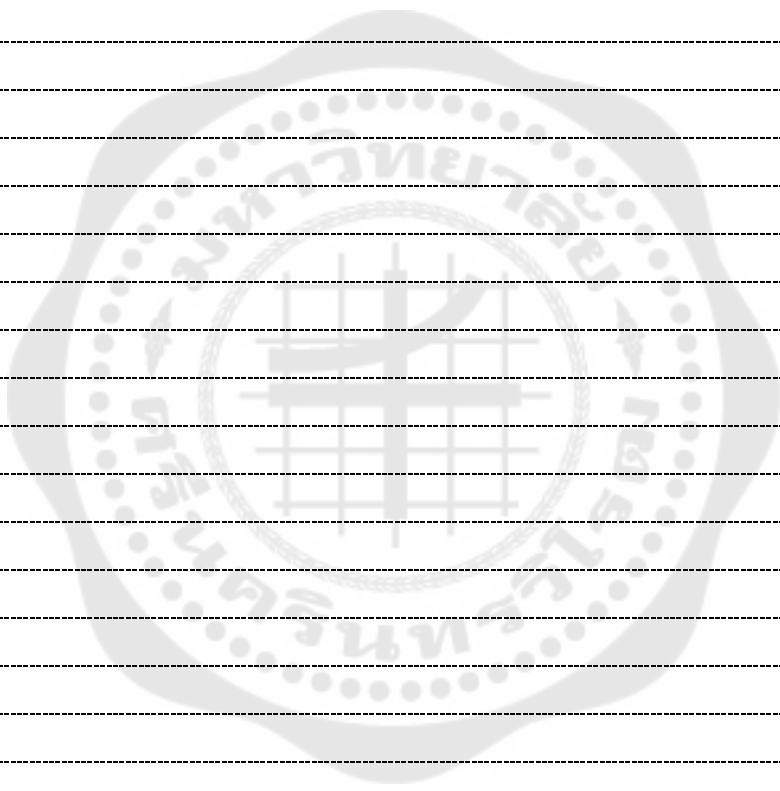
1.2 เงื่อนไขสำคัญของสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีอะไรบ้าง

[illegible]

1.3 จากสถานการณ์ข้างต้น ให้สร้างสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนด



2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2 อย่างละเอียด



ข้อที่ 2 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้ (Problem generation)

: มะพร้าวหรรยอย

คำชี้แจง ให้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมะพร้าวหรรยอย แล้วดำเนินการตั้งปัญหาพร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด ซึ่งนักศึกษาสามารถทด หรือขีดเขียนลงในกระดาษได้



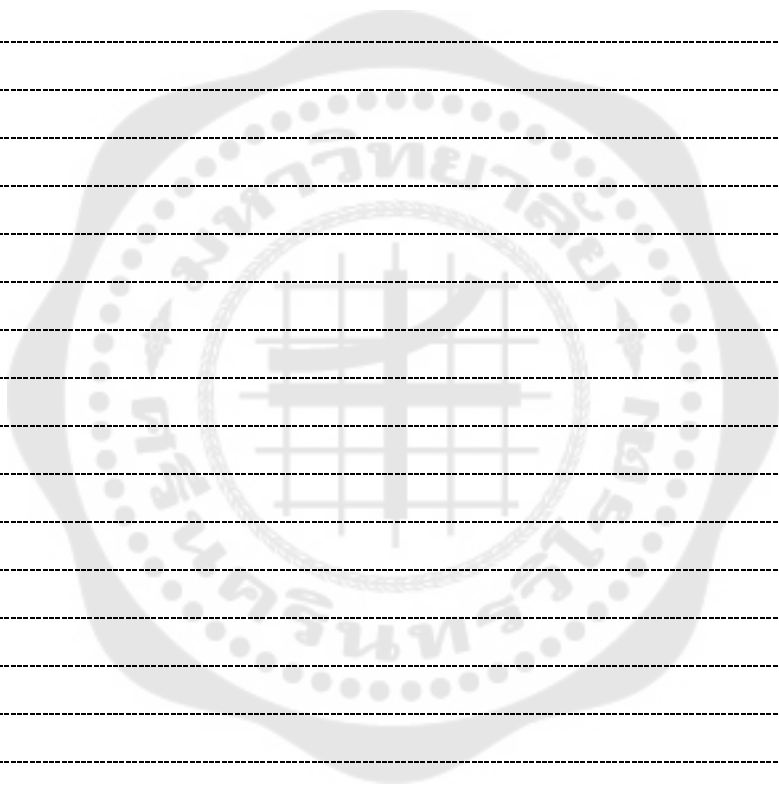
มะพร้าวปอกเปลือกชั้นนอก (semi-dehusked mature coconut) หมายถึง ผลมะพร้าวแก่ที่ผ่านการปอกเปลือกชั้นนอกออก เหลือส่วนของเปลือกชั้นกลางบางส่วนหุ้มกะลามะพร้าว **ภาษาท้องถิ่น** เรียกว่า **มะพร้าวปอกเปลือกหรรยอย** หรือ **มะพร้าวหรรยอย**

พ่อค้าคนกลางจะทำการซื้อมะพร้าวจากชาวสวนเป็นรอบ รอบละ 60 วัน ซึ่งในรอบนี้พ่อค้าคนกลางจะซื้อมะพร้าวจากชาวสวน ราคาลูกละ 20 บาท โดยมีค่าใช้จ่ายประกอบด้วย ค่าบรรทุกมะพร้าวออกจากสวน ลูกละ 50 สตางค์ แล้วนำมาพักไว้เพื่อเตรียมขนส่งไปยังปลายทาง

การเตรียมการขนส่งมะพร้าวไปยังปลายทางที่ทำการส่งซื้อมะพร้าวนั้นพ่อค้าคนกลางจะต้องทำการปอกเปลือกชั้นนอกออกเป็นมะพร้าวหรรยอย โดยมีค่าแรงในการปอกมะพร้าว ราคาลูกละ 80 สตางค์ ค่าแบกมะพร้าวขึ้นรถ ราคาลูกละ 30 สตางค์ แล้วนำส่งขายยังปลายทาง ราคาลูกละ 24 บาท

การขนส่งมะพร้าวหรรยอยจำนวน 6000 ลูก เป็นมะพร้าวเบอร์ 1 น้ำหนักลูกละ 2 กิโลกรัมขึ้นไป เบอร์ 2 น้ำหนักลูกละ 1.8 กิโลกรัมแต่ไม่เกิน 2 กิโลกรัม จากจังหวัดสุราษฎร์ธานีไปยังจังหวัดนครสวรรค์โดยใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ซึ่งจะต้องใช้คนแบกมะพร้าวหรรยอยที่ใส่ห่อแล้วห่อละ 25-28 ลูก โดยใช้แรงงานคนจำนวน 6 คน โดยเป็นคนนับใส่ห่อ 3 คนและเป็นคนแบกขึ้นไปยังรถบรรทุก 6 ล้อ อีก 3 คน จะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง จึงแล้วเสร็จ

2.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2 อย่างละเอียด



เจดัยแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 1 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ที่เคยแก้มาแล้ว (Problem reformulation) : โปรโมชัน

1. การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ข้อ 1 สิ่งที่ต้องการหามีอะไรบ้าง

นักศึกษาควรตอบว่า

- ควรเลือกโปรมอชันใดที่ประหยัดที่สุด
- จำนวนเงินที่ต้องจ่ายประหยัดที่สุดเมื่อไปทานบุฟเฟต์ 7 คน

ข้อ 2 ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง

- ราคาบุฟเฟต์ ท่านละ 399 บาท
- โปรมอชันบุฟเฟต์ “มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน” หรือ “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน”

กรณีที่ 1 โปรมอชันบุฟเฟต์ “มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน” หมายความว่า

ถ้ามาทานบุฟเฟต์ 4 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 1,596 บาท

จะคิดเงินเพียง 3 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 1,197 บาท

กรณีที่ 2 โปรมอชันบุฟเฟต์ “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน” หมายความว่า

ถ้ามาทานบุฟเฟต์ 3 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 1,197 บาท

จะคิดเงินเพียง 2 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 798 บาท

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

ข้อ 3 ความรู้ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบมีอะไรบ้าง

นักศึกษาอาจตอบว่า

- ความรู้เรื่อง ร้อยละ อัตราส่วน

ข้อ 4 กลยุทธ์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบมีอะไรบ้าง

นักศึกษาอาจตอบว่า

- กลยุทธ์ที่ใช้ เช่น การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด การสร้างตาราง

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการตามแผน

ข้อ 5 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

นักศึกษาอาจใช้การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังนี้

กรณีที่ 1 ใช้โปรโมชันบุฟเฟต์ “มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน”

ถ้ามาทานบุฟเฟต์ 7 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 2,793 บาท

แต่จากโปรโมชัน จะพบว่าใน 7 คน แยกคิดเงินเป็น 4 คน กับ 3 คน

ใน 4 คน คิดเงิน 3 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 1,197 บาท (โปรโมชัน)

ใน 3 คน คิดเงิน 3 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 1,197 บาท (ปกติ)

รวมจ่ายเงิน 2,394 บาท

กรณีที่ 2 ใช้โปรโมชันบุฟเฟต์ “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน”

ถ้ามาทานบุฟเฟต์ 7 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 2,793 บาท

แต่จากโปรโมชัน จะพบว่าใน 7 คน แยกคิดเงินเป็น 3 คนแรก 3 คนหลัง และ 1 คนสุดท้าย

ใน 3 คนแรก คิดเงิน 2 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 798 บาท

ใน 3 คนหลัง คิดเงิน 2 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 798 บาท

ใน 1 คนสุดท้าย คิดเงิน 1 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 399 บาท

รวมจ่ายเงิน 1,995 บาท

กรณีที่ 3 ใช้โปรโมชัน “มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน” ร่วมกับ โปรโมชัน “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน”

ถ้ามาทานบุฟเฟต์ 7 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 2,793 บาท

แต่จากโปรโมชัน จะพบว่าใน 7 คน แยกคิดเงินเป็น 4 คนแรก ใช้โปรโมชัน มา 4 จ่าย 3
3 คนหลัง ใช้โปรโมชัน มา 3 จ่าย 2

ใน 4 คนแรก คิดเงิน 3 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 1,197 บาท

ใน 3 คนหลัง คิดเงิน 2 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จ่ายเป็นเงิน 798 บาท

รวมจ่ายเงิน 1,995 บาท

จากการแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ สรุปได้ดังนี้

1. นักศึกษาควรเลือก ใช้โปรโมชันบุฟเฟต์ “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน” หรือ
ใช้โปรโมชัน “มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน” ร่วมกับ โปรโมชัน “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน”
2. จำนวนเงินน้อยที่สุดเมื่อไปทานบุฟเฟต์ 7 คน คือ 1,995 บาท

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

ข้อ 6 จงตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ

โปรโมชั่น มา 4 จ่าย 3

ทานบุฟเฟต์ 4 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จะคิดเงินเพียง 3 ท่าน จ่ายเป็นเงิน 1,197 บาท

โปรโมชั่น มา 3 จ่าย 2

ทานบุฟเฟต์ 3 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จะคิดเงินเพียง 2 ท่าน จ่ายเป็นเงิน 798 บาท

กรณีที่ 1 จำนวนคน 7 คน แยกคิดเงินเป็น 4 คน ใช้ โปรโมชั่น มา 4 จ่าย 3

กับ 3 คน จ่ายราคาปกติ

จำนวนคนที่จ่าย	มา 4 คน จ่าย 3 คน	3 คน จ่ายราคาปกติ	รวม
จำนวนเงิน	1,197 บาท	1,197 บาท	2,394 บาท

กรณีที่ 2 จำนวนคน 7 คน แยกคิดเงินเป็น 6 คน ใช้ โปรโมชั่น มา 3 จ่าย 2

กับ 1 คน จ่ายราคาปกติ

จำนวนคนที่จ่าย	มา 6 คน จ่าย 4 คน	1 คน จ่ายราคาปกติ	รวม
จำนวนเงิน	1,596 บาท	399 บาท	1,995 บาท

กรณีที่ 3 จำนวนคน 7 คน แยกคิดเงินเป็น 4 คน ใช้ โปรโมชั่น มา 4 จ่าย 3

กับ 3 คน ใช้ โปรโมชั่น มา 3 จ่าย 2

จำนวนคนที่จ่าย	มา 4 คน จ่าย 3 คน	มา 3 คน จ่าย 2 คน	รวม
จำนวนเงิน	1,197 บาท	798 บาท	1,995 บาท

สรุปได้ว่าเมื่อไปทานบุฟเฟต์ 7 คน

- ควรเลือกใช้โปรโมชั่นบุฟเฟต์ “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน” หรือ
ใช้โปรโมชั่น “มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน” ร่วมกับ โปรโมชั่น “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน”
- จำนวนเงินน้อยที่สุดเมื่อไปทานบุฟเฟต์ 7 คน คือ 1,995 บาท

2. การตั้งปัญหาใหม่ตาม (Problem reformulation)

2.1 พิจารณาเงื่อนไขสำคัญของสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีอะไรบ้าง

- ราคาบุฟเฟต์ ท่านละ 399 บาท
- โปรโมชั่นบุฟเฟต์ “มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน”
- โปรโมชั่นบุฟเฟต์ “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน”
- จำนวนคนที่มาทานบุฟเฟต์ 7 คน
- จำนวนเงินที่น้อยที่สุดในการจ่ายค่าทานบุฟเฟต์ 7 คน

2.2 ทำการขยายและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือบริบทของปัญหา หรือ ข้อมูลหรือเงื่อนไขของปัญหา หรือ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

นักศึกษาอาจจะดำเนินการดังนี้

- เปลี่ยนแปลงจำนวนคนที่มาทานบุฟเฟต์ เช่น เปลี่ยนจำนวนคนที่มาทานบุฟเฟต์จาก 7 คน เป็น 12 คน
- เปลี่ยนแปลงโปรโมชั่น เช่น เปลี่ยนจาก มา 4 จ่าย 3 หรือ มา 3 จ่าย 2 เป็น มา 5 จ่าย 4
- เพิ่มโปรโมชั่นและเพิ่มเงื่อนไข เช่น เปลี่ยนจาก มา 4 จ่าย 3 หรือ มา 3 จ่าย 2 เป็น มา 5 จ่าย 4 และมีเด็กหรือผู้สูงอายุไปด้วยให้คิดครึ่งราคา

2.3 จากสถานการณ์ข้างต้น ให้สร้างสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนด

นักศึกษาอาจจะสร้างสถานการณ์ปัญหาดังนี้

- 1) เปลี่ยนแปลงจำนวนคนที่มาทานบุฟเฟต์ เช่น เปลี่ยนจำนวนคนที่มาทานบุฟเฟต์จาก 7 คน เป็น 12 คน

ร้านซูชิ โตเกียวบุฟเฟต์ได้จัดโปรโมชั่นพิเศษรับลูกค้า

“มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน” หรือ “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน”

ในราคาปกติท่านละ 399 บาท

อยากทราบว่าถ้านักศึกษาไปทานบุฟเฟต์จำนวน 12 คน ควรเลือกโปรโมชั่นใดได้บ้าง ที่ทำให้ประหยัดมากที่สุด และต้องจ่ายเงินเท่าใด

- 2) เปลี่ยนแปลงโปรโมชั่น เช่น เปลี่ยนจาก มา 4 จ่าย 3 หรือ มา 3 จ่าย 2 เป็น **มา 5 จ่าย 4 หรือ มา 7 จ่าย 5**

ร้านซูกิชิ โตเกียวบุฟเฟต์ได้จัดโปรโมชั่นพิเศษรับลูกค้า **มา 5 จ่าย 4 หรือ มา 7 จ่าย 5** ในราคาปกติท่านละ 399 บาท
 อยากทราบว่าถ้านักศึกษาไปทานบุฟเฟต์จำนวน 7 คน
 ควรเลือกโปรโมชั่นใดได้บ้าง ที่ทำให้ประหยัดมากที่สุด
 และต้องจ่ายเงินเท่าใด

- 3) เพิ่มโปรโมชั่นและเพิ่มเงื่อนไข เช่น ถ้ามีเด็กไปด้วยให้คิด

ร้านซูกิชิ โตเกียวบุฟเฟต์ได้จัดโปรโมชั่นพิเศษรับลูกค้า **มา 5 จ่าย 4 หรือ มา 7 จ่าย 5** ในราคาปกติท่านละ 399 บาท
และถ้ามีเด็กไปด้วยให้คิดครึ่งราคา
 อยากทราบว่าถ้าไปทานบุฟเฟต์ทั้งหมดจำนวน 7 คน
 ใน 7 คน เป็นเด็ก 1 คน ควรเลือกโปรโมชั่นใดได้บ้าง
 ที่ทำให้ประหยัดมากที่สุด
 และต้องจ่ายเงินเท่าใด

- 4) เพิ่มโปรโมชั่นและเพิ่มเงื่อนไข เช่น มา 4 จ่าย 3 หรือ มา 3 จ่าย 2 ถ้ามาไม่ครบลด 20%

ร้านซูกิชิ โตเกียวบุฟเฟต์ได้จัดโปรโมชั่นพิเศษ **มา 4 จ่าย 3 หรือ มา 3 จ่าย 2 ถ้ามาไม่ครบลด 20%**
 ในราคาปกติท่านละ 399 บาท อยากทราบว่าถ้าไปทานบุฟเฟต์ทั้งหมดจำนวน 7 คน
 เลือกโปรโมชั่นใดได้บ้าง
 ที่ทำให้ประหยัดมากที่สุด และต้องจ่ายเงินเท่าใด

2.4 แนวคิดในการแสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้น

ตัวอย่างแนวคิดในการแก้ปัญหา กรณีที่ 1 เปลี่ยนจำนวนคนที่มาทานบุฟเฟต์จาก 7 คน เป็น 12 คน

ร้านซูชิ โตเกียวบุฟเฟต์ได้จัดโปรโมชั่นพิเศษรับลูกค้า

“มา 4 ท่าน จ่าย 3 ท่าน” หรือ “มา 3 ท่าน จ่าย 2 ท่าน”

ในราคาปกติท่านละ 399 บาท

อยากทราบว่าถ้านักศึกษาไปทานบุฟเฟต์จำนวน 12 คน ควรเลือกโปรโมชั่นใด

ได้บ้าง ที่ทำให้ประหยัดมากที่สุด และต้องจ่ายเงินเท่าใด

จากเงื่อนไขที่กำหนดให้

1) โปรโมชั่น มา 4 จ่าย 3

ทานบุฟเฟต์ 4 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จะคิดเงินเพียง 3 ท่าน จ่ายเป็นเงิน 1,197 บาท

2) โปรโมชั่น มา 3 จ่าย 2

ทานบุฟเฟต์ 3 ท่าน ในราคาท่านละ 399 บาท จะคิดเงินเพียง 2 ท่าน จ่ายเป็นเงิน 798 บาท

3) จำนวนคนที่มาทานบุฟเฟต์ 12 คน

ใน 12 คน สามารถแยกได้ เป็น 2 กรณี 1. จ่ายแบบโปรโมชั่น มา 4 จ่าย 3

2. จ่ายแบบโปรโมชั่น มา 3 จ่าย 2

แนวการหาคำตอบ

กรณีที่ 1. จ่ายแบบโปรโมชั่น มา 4 จ่าย 3 ใน 12 คน คิดเงินครั้งละ 4 คน จำนวน 3 ครั้ง

จำนวนคนที่จ่าย	มา 4 คน จ่าย 3 คน	จำนวนครั้ง	รวม
จำนวนเงิน	1,197 บาท	3	3,591 บาท

กรณีที่ 2 จ่ายแบบโปรโมชั่น มา 3 จ่าย 2 ใน 12 คน คิดเงินครั้งละ 3 คน จำนวน 4 ครั้ง

จำนวนคนที่จ่าย	มา 3 คน จ่าย 2 คน	จำนวนครั้ง	รวม
จำนวนเงิน	798 บาท	4	3,192 บาท

จากทั้ง 2 กรณี นักศึกษาจะจ่ายเงินน้อยที่สุด 3,192 บาท

เจดัยแบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์
ข้อที่ 2 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากข้อมูล/เรื่องราวที่กำหนดมาให้
(Problem generation) : มะพร้าวหยอย

2.1 เจื่อนไขสำคัญของสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 1 การเลือกข้อมูล/เรื่องราว

ข้อมูลที่น่าสนใจในการสร้างสถานการณ์ปัญหา มีอะไรบ้าง

นักศึกษาคควรตอบว่า

- พ่อค้าคนกลางจะทำการซื้อมะพร้าวจากชาวสวนเป็นรอบ รอบละ 60 วัน
- พ่อค้าคนกลางจะซื้อมะพร้าวจากชาวสวน ราคาลูกละ 20 บาท
- ค่าบรรทุกมะพร้าวออกจากสวน ราคาลูกละ 50 สตางค์
- ค่าแรงในการปอกมะพร้าว ราคาลูกละ 80 สตางค์
- ค่าแบกมะพร้าวขึ้นรถ ราคาลูกละ 30 สตางค์
- พ่อค้าคนกลางนำมะพร้าวหยอยส่งขายยังปลายทาง ราคาลูกละ 24 บาท
- การขนส่งมะพร้าวหยอยจำนวน 6,000 ลูก เป็นมะพร้าวเบอร์ 1 น้ำหนักลูกละ 2 กิโลกรัมขึ้นไป เบอร์ 2 น้ำหนักลูกละ 1.8 กิโลกรัมแต่ไม่เกิน 2 กิโลกรัม
- มะพร้าวหยอยใส่ถัง แข็งละ 25-28 ลูก
- การขนมะพร้าวหยอยขึ้นรถบรรทุกใช้แรงงานคนจำนวน 6 คน โดยเป็นคนนับใส่ถัง 3 คนและเป็นคนแบกขึ้นไปยังรถบรรทุก 6 ล้อ อีก 3 คน จะใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง จึงแล้วเสร็จ
- ค่าแรงในการปอกเปลือกมะพร้าวและค่าแรงในการกะเทาะกะลา ราคาลูกละ 3 บาท
- มะพร้าว 1 ผล แปรรูปเป็นน้ำกะทิ ได้ปริมาณ 0.5 กิโลกรัม

ขั้นที่ 2 การคิดหาเงื่อนไข

เงื่อนไขที่มีในการตั้งปัญหา

นักศึกษาอาจตอบว่า

- **เงินทุน** เช่น ถ้ามีเงินทุน 140,000 บาท จะสามารถแปรรูปน้ำกะทิได้สูงสุดกี่กิโลกรัม
- **การเปรียบเทียบต้นทุน** เช่น การปอกเปลือกนอกเป็นมะพร้าวหยอยกับการแปรรูปเป็นน้ำกะทิ การแปรูปแบบใดจะใช้ต้นทุนมากกว่ากัน
- **กำไร** เช่น ถ้าซื้อมะพร้าวจากชาวสวนจำนวน 6,000 ลูก มาปอกเปลือกนอกเป็นมะพร้าวหยอย พ่อค้าคนกลางจะได้กำไรกี่บาท

- **บรรจุภัณฑ์** เช่น น้ำกะทิใส่ถุงสามารถขายในราคา กิโลกรัมละ 45 บาท แต่ต้องเสียค่าถุงบรรจุภัณฑ์ ถุงละ 25 สตางค์ ส่วนน้ำกะทิใส่ขวดบรรจุในปริมาณ 0.25 กิโลกรัม ขายในราคาขวดละ 14 บาท และเสียค่าขวดบรรจุภัณฑ์ขวดละ 60 สตางค์ พ่อค้าควรเลือกบรรจุภัณฑ์น้ำกะทิแบบใด เพราะเหตุใด

2.2 จากสถานการณ์ข้างต้นให้สร้างสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

จงสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์จากข้อมูล/เงื่อนไขที่กำหนด

ตัวอย่างการสร้างสถานการณ์หรือปัญหา

นักศึกษาอาจจะสร้างสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

โรงงานแห่งหนึ่งทำการติดต่อซื้อมะพร้าวจากสวนแห่งหนึ่ง โดยสวนแห่งนี้มีพืชมะพร้าวจำนวน 6,000 ลูก และขายในราคาลูกละ 20 บาท โดยมีค่าใช้จ่ายประกอบด้วย ค่าบรรทุกมะพร้าวออกจากสวนลูกละ 50 สตางค์ โรงงานแห่งนี้มีการแปรรูปมะพร้าว 2 รูปแบบ คือ ปอกเปลือกชั้นนอกออกเป็นมะพร้าวหยอย และแปรรูปเป็นน้ำกะทิ

การปอกเปลือกชั้นนอกออกเป็นมะพร้าวหยอย จะต้องจ่ายมีค่าแรงในการปอกมะพร้าว ราคาลูกละ 80 สตางค์ ค่าแบกมะพร้าวขึ้นรถ ราคาลูกละ 30 สตางค์ แล้วนำส่งขายยังปลายทาง ซึ่งขายในราคา ลูกละ 24 บาท

การแปรรูปเป็นน้ำกะทิ จะต้องจ่ายค่าแรงในการปอกเปลือกมะพร้าว ค่าแรงในการกะเทาะกะลา และคั้นน้ำกะทิ รวมกันลูกละ 3 บาท โดยมะพร้าว 1 ผล แปรรูปเป็นกะทิ ได้ปริมาณ 0.5 กิโลกรัม บรรจุลงขวดขวดละ 0.25 กิโลกรัม ค่าแรงในการบรรจุและค่าบรรจุภัณฑ์ขวดละ 60 สตางค์ ซึ่งขายในราคาขวดละ 14 บาท

ถ้าโรงงานแห่งนี้มีเงินทุน 140,000 บาท โรงงานแห่งนี้จะได้กำไรสูงสุดเท่าไร

1.3 ให้แสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่สร้างขึ้นในข้อ 1.2 อย่างละเอียด

ขั้นที่ 4 การแสดงแนวคิดขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา

นักศึกษาอาจจะแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

ข้อ 1 สิ่งที่ต้องการหามีอะไรบ้าง

- โรงงานแห่งนี้จะได้กำไรสูงสุดเท่าไร

ข้อ 2 ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง

- สวนแห่งนี้มีพรว้าจำนวน 6000 ลูก และขายในราคาลูกละ 20 บาท
- ค่าบรรทุกมะพรว้าออกจากสวนลูกละ 50 สตางค์
- โรงงานแห่งนี้มีการแปรรูปมะพรว้า 2 รูปแบบ คือ ปอกเปลือกชั้นนอกออกเป็นมะพรว้าหยอย และแปรรูปเป็นน้ำกะทิ
- การปอกเปลือกชั้นนอกออกเป็นมะพรว้าหยอย จะต้องจ่ายมีค่าแรงในการปอกมะพรว้า ราคา ลูกละ 80 สตางค์ ค่าแบกมะพรว้าขึ้นรถ ราคาลูกละ 30 สตางค์ แล้วนำส่งขายยังปลายทาง ซึ่งขายในราคาลูกละ 24 บาท
- การแปรรูปเป็นน้ำกะทิ จะต้องจ่ายค่าแรงในการปอกเปลือกมะพรว้า ค่าแรงในการกะเทาะกะลา และคั้นน้ำกะทิ รวมกันลูกละ 3 บาท โดยมะพรว้า 1 ผล แปรรูปเป็นกะทิ ได้ปริมาณ 0.5 กิโลกรัม บรรจุลงขวดขวดละ 0.25 กิโลกรัม ค่าแรงในการบรรจุและค่าบรรจุภัณฑ์ขวดละ 60 สตางค์ ซึ่งขายในราคาขวดละ 14 บาท
- โรงงานแห่งนี้มีเงินทุน 140,000 บาท

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา

ข้อ 3 ความรู้ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบมีอะไรบ้าง

- กำหนดการเชิงเส้น
- ทุนและกำไร
- การแก้สมการ
- การบวกและการลบ

ข้อ 4 กลยุทธ์ที่นำมาใช้ในการหาคำตอบมีอะไรบ้าง

- การเขียนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์

ทุนในการซื้อมะพรว้าจากสวนต่อลูก = ราคามะพรว้าต่อลูก + ค่าบรรทุกมะพรว้าออกจากสวนต่อลูก

ทุนในการแปรรูปมะพร้าวหย่อยต่อลูก = ทุนในการซื้อมะพร้าวจากสวนต่อลูก + ค่าแรงในการปอก
มะพร้าวต่อลูก + ค่าแบกมะพร้าวขึ้นรถต่อลูก

กำไรในการแปรรูปมะพร้าวหย่อยต่อลูก = ราคาขายมะพร้าวหย่อยต่อลูก - ทุนในการแปรรูป
มะพร้าวหย่อยต่อลูก

ทุนในการแปรรูปน้ำกะทิต่อลูก = ทุนในการซื้อมะพร้าวจากสวนต่อลูก + ค่าแรงในการปอกเปลือก
มะพร้าว ค่ากะเทาะกะลา และค่าคั้นน้ำกะทิต่อลูก + ค่าแรงใน
การบรรจุและค่าบรรจุภัณฑ์ต่อลูก (2 ขวด)

กำไรในการแปรรูปน้ำกะทิต่อลูก = ราคาขายน้ำกะทิต่อลูก (2 ขวด) - ทุนในการแปรรูปน้ำกะทิต่อลูก

- การใช้กำหนดการเชิงเส้น

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

ข้อ 5 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1) คำนวณหาทุนในการซื้อมะพร้าวจากสวนต่อลูก

ทุนในการซื้อมะพร้าวจากสวนต่อลูก = ราคามะพร้าวต่อลูก + ค่าบรรทุกมะพร้าวออกจากสวนต่อลูก
= 20 + 0.50
= 20.50 บาท

2) คำนวณหาทุนในการแปรรูปมะพร้าวหย่อยต่อลูก

ทุนในการแปรรูปมะพร้าวหย่อยต่อลูก = ทุนในการซื้อมะพร้าวจากสวนต่อลูก + ค่าแรงในการปอก
มะพร้าวต่อลูก + ค่าแบกมะพร้าวขึ้นรถต่อลูก
= 20.50 + 0.80 + 0.30
= 21.60 บาท

3) คำนวณหากำไรในการแปรรูปมะพร้าวหย่อยต่อลูก

กำไรในการแปรรูปมะพร้าวหย่อยต่อลูก = ราคาขายมะพร้าวหย่อยต่อลูก - ทุนในการแปรรูป
มะพร้าวหย่อยต่อลูก
= 24 - 21.60
= 2.40 บาท

4) คำนวณหาทุนในการแปรรูปน้ำกะทิต่อลูก

ทุนในการแปรรูปน้ำกะทิต่อลูก = ทุนในการซื้อมะพร้าวจากสวนต่อลูก + ค่าแรงในการปอกเปลือก
มะพร้าว ค่ากะเทาะกะลา และค่าคั้นน้ำกะทิต่อลูก + ค่าแรงใน
การบรรจุและค่าบรรจุภัณฑ์ต่อลูก (2 ขวด)
= 20.50 + 3 + (0.60 × 2)
= 23.50 + 1.20
= 24.70 บาท

5) คำนวณหากำไรในการแปรรูปมะพร้าวหย่อยต่อลูก

$$\begin{aligned}
 \text{กำไรในการแปรรูปน้ำกะทิต่อลูก} &= \text{ราคาขายน้ำกะทิต่อลูก (2 ขวด)} - \text{ทุนในการแปรรูปน้ำกะทิต่อลูก} \\
 &= (14 \times 2) - 24.70 \\
 &= 28 - 24.70 \\
 &= 3.30 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

6) คำนวณหากำไรในการแปรรูปมะพร้าว โดยใช้กำหนดการเชิงเส้น

กำหนดให้ x แทน จำนวนมะพร้าวที่ใช้แปรรูปเป็นมะพร้าวหย่อย

y แทน จำนวนมะพร้าวที่ใช้แปรรูปเป็นน้ำกะทิ

ฟังก์ชันจุดประสงค์ $P = 2.40x + 3.30y$

อสมการข้อจำกัด $x + y \leq 6,000$

$$21.60x + 24.70y \leq 140,000$$

$$x, y \geq 0$$

คำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้ก็คือ x และ y ตามเงื่อนไขของอสมการข้อจำกัดที่ทำให้ P มีค่ามากที่สุด

1) เซตของจุดที่สอดคล้องกับอสมการข้อจำกัด $x + y \leq 6,000$

พิจารณาสมการ $x + y = 6,000$

หาจุดตัดแกน x โดยให้ $y = 0$ จะได้ $x + 0 = 6,000$

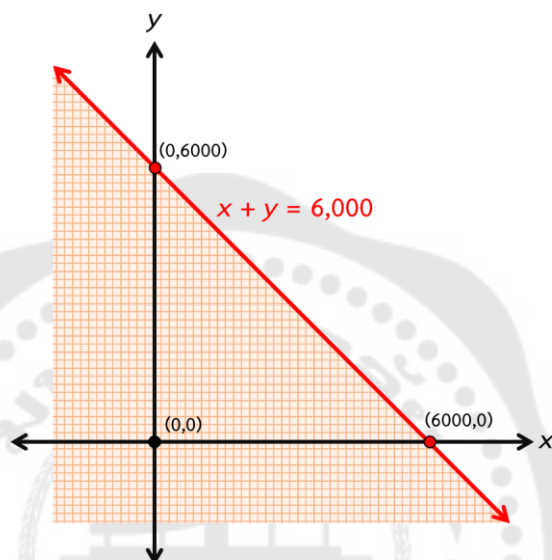
$$x = 6,000$$

หาจุดตัดแกน y โดยให้ $x = 0$ จะได้ $0 + y = 6,000$

$$y = 6,000$$

ดังนั้น จุดตัดแกน x และแกน y คือ $(6000, 0)$ และ $(0, 6000)$ ตามลำดับ

เซตของจุดที่สอดคล้องกับอสมการข้อจำกัด $x + y \leq 6,000$ เป็นดังอาณาเขตที่แรเงาดังรูปต่อไปนี้



2) เซตของจุดที่สอดคล้องกับอสมการข้อจำกัด $21.60x + 24.70y \leq 140,000$

พิจารณาสมการ $21.60x + 24.70y = 140,000$

หาจุดตัดแกน x โดยให้ $y = 0$ จะได้ $21.60x + 24.70(0) = 140,000$

$$21.60x + 0 = 140,000$$

$$21.60x = 140,000$$

$$x = 6,481.48$$

หาจุดตัดแกน y โดยให้ $x = 0$ จะได้ $21.60(0) + 24.70y = 140,000$

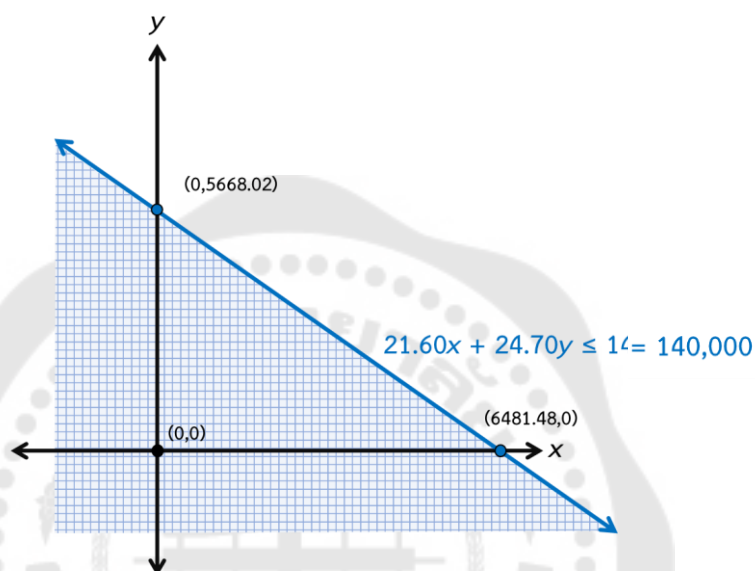
$$0 + 24.70y = 140,000$$

$$24.70y = 140,000$$

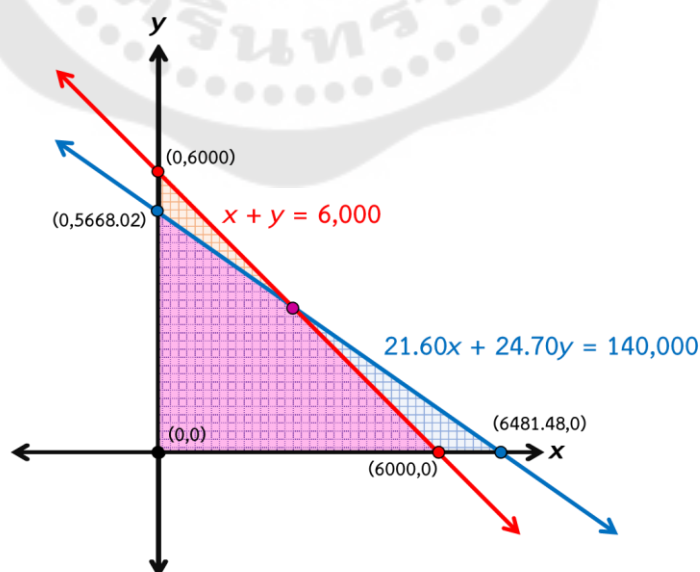
$$y = 5,668.02$$

ดังนั้น จุดตัดแกน x และแกน y คือ $(6,481.48, 0)$ และ $(0, 5,668.02)$ ตามลำดับ

เซตของจุดที่สอดคล้องกับอสมการข้อจำกัด $21.60x + 24.70y \leq 140,000$ เป็นดังอาณาเขตที่แรเงาดังรูปต่อไปนี้



เมื่อพิจารณาเซตของจุดที่สอดคล้องกับอสมการข้อจำกัดทั้งสองร่วมกับข้อจำกัด $x, y \geq 0$ จะได้ว่า เป็นดังอาณาเขตที่แรเงาดังรูปต่อไปนี้



จากรูป จะเห็นว่า มีจุดตัดระหว่างสมการ $x + y = 6,000$ และ $21.60x + 24.70y = 140,000$

- หาจุดตัดของสมการ $x + y = 6,000$ และ $21.60x + 24.70y = 140,000$ โดยการแก้สมการ

$$\text{กำหนดให้} \quad x + y = 6,000 \quad \dots (1)$$

$$21.60x + 24.70y = 140,000 \quad \dots (2)$$

$$21.60 \times (1) ; 21.60x + 21.60y = 129,600 \quad \dots (3)$$

$$v (2) - (3) ; 24.70y - 21.60y = 140,000 - 129,600$$

$$3.10y = 10,400$$

$$y = 3,354.84$$

แทนค่า $y = 3,354.84$ ในสมการ (1) จะได้

$$x + 3,354.84 = 6,000$$

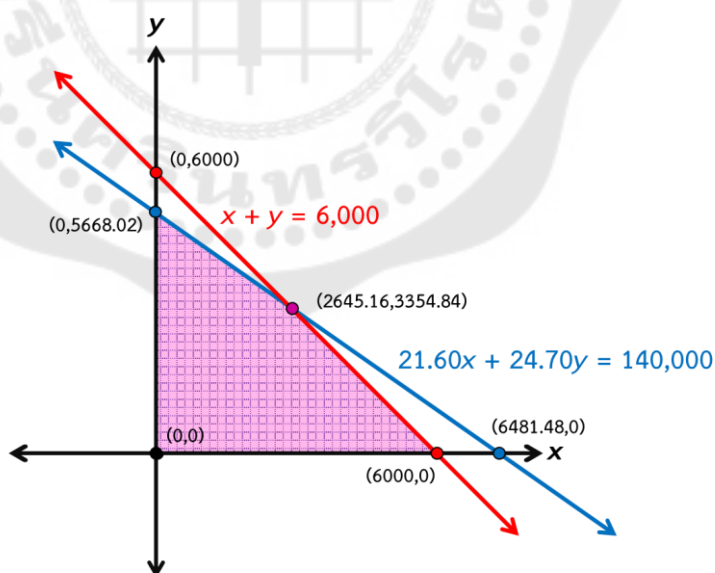
$$x + 3,354.84 + (-3,354.84) = 6,000 + (-3,354.84)$$

$$x = 2,645.16$$

ดังนั้น จุดตัดของสมการ $x + y = 6,000$ และ $21.60x + 24.70y = 140,000$

คือ $(2,645.16, 3,354.84)$

คำตอบของสถานการณ์ปัญหานี้ คือ พิกัดของจุดใดจุดหนึ่ง (หรือหลายจุด) ในอาณาบริเวณที่หาคำตอบได้ ซึ่งเป็นบริเวณที่สอดคล้องกับอสมการข้อจำกัด ดังรูปต่อไปนี้



พิกัดของจุดที่ได้จากอสมการข้อจำกัด คือ $(0, 0)$, $(6,000, 0)$, $(0, 5,668.02)$ และ $(2,645.16, 3,354.84)$ แต่ x และ y แทนจำนวนมะพร้าว ดังนั้น x และ y ต้องเป็นจำนวนเต็มบวกแสดงว่าควรเลือกพิกัดจุดที่ x และ y เป็นจำนวนเต็มบวกและเพื่อให้พิกัดจุดนั้นอยู่ในอาณาเขตที่หาคำตอบได้ ดังนั้นพิกัดจุดที่ควรนำมาพิจารณา คือ $(0, 0)$, $(6,000, 0)$, $(0, 5,668)$ และ $(2,645, 3,354)$

เมื่อใช้ x และ y จากพิกัดจุดข้างต้นแทนในฟังก์ชันจุดประสงค์จะได้ ค่า P ดังนี้

(x, y)	$P = 2.40x + 3.30y$
$(0, 0)$	$P = 2.40(0) + 3.30(0) = 0 + 0 = 0$
$(6000, 0)$	$P = 2.40(6,000) + 3.30(0) = 14,400 + 0 = 14,400$
$(0, 5668)$	$P = 2.40(0) + 3.30(5,668) = 18,704.40 + 0 = 18,704.40$
$(2645, 3354)$	$P = 2.40(2,645) + 3.30(3,354) = 6,348 + 11,068.20 = 17,416.20$

เนื่องจาก $(0, 5668)$ จะให้ค่า P มากที่สุด

ดังนั้น ถ้าจะให้ได้กำไรมากที่สุด โรงงานจะต้องใช้มะพร้าว 5,668 ลูก มาแปรรูปเป็นน้ำกะทิ และถ้าขายหมดจะได้กำไร 18,704.40 บาท

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

ข้อ 6 จงตรวจสอบคำตอบและสรุปคำตอบ

แทนค่า $(x, y) = (0, 5668)$ ในอสมการ จะได้ว่า

$$x + y \leq 6,000$$

$$0 + 5,668 \leq 6,000$$

$$5,668 \leq 6,000 \quad \text{อสมการเป็นจริง}$$

$$21.60x + 24.70y \leq 140,000$$

$$21.60(0) + 24.70(5,668) \leq 140,000$$

$$0 + 139,999.60 \leq 140,000$$

$$139,999.60 \leq 140,000 \quad \text{อสมการเป็นจริง}$$

ดังนั้น ค่า $(x, y) = (0, 5668)$ สอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบ

องค์ประกอบ	เกณฑ์การให้คะแนนการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์			
	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน
บริบทของปัญหา (Context)	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์ ปัญหาเดิมเพียง เล็กน้อย	เปลี่ยนแปลง บริบทของ สถานการณ์ ปัญหาเดิมเพียง บางส่วน	เปลี่ยนแปลงบริบท ของสถานการณ์ เป็นบริบทที่ แตกต่างจากบริบท เดิมแต่ไม่ชัดเจน	เปลี่ยนแปลงบริบท ของสถานการณ์ ปัญหาเป็นบริบทที่ แตกต่างจากเดิม ได้ชัดเจน
ภาษา (Language)	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น วลี	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น ประโยคที่อ่านแล้ว พอสื่อให้เข้าใจได้ เพียงบางส่วน	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น ประโยคที่อ่านแล้ว พอสื่อให้เข้าใจได้ เป็นส่วนใหญ่	เขียนข้อความใน สถานการณ์เป็น ประโยคที่อ่านแล้ว ได้ใจความ สมบูรณ์ตามหลัก ไวยากรณ์
ปัญหาที่ สามารถแก้ได้ (Solvable)	แสดงขั้นตอนของ การแก้ปัญหาได้ เพียงเล็กน้อย	แสดงขั้นตอนของ การแก้ปัญหาได้ เพียงบางส่วน	แสดงขั้นตอนของ การแก้ปัญหาได้ ครบถ้วนแต่เขียน อธิบายไม่ชัดเจน	แสดงขั้นตอนของ การแก้ปัญหาได้ ครบถ้วนพร้อมทั้ง เขียนอธิบายได้ ชัดเจน
ยุทธวิธีทาง คณิตศาสตร์ (Mathematical Strategies)	แสดงร่องรอยการ เลือกใช้ยุทธวิธีใน การแก้ปัญหาแต่ ไม่สามารถนำไปสู่ คำตอบได้	แสดงร่องรอยการ เลือกใช้หรือ ปรับเปลี่ยนยุทธวิธี ในการแก้ปัญหา	เลือกใช้ยุทธวิธีใน การแก้ปัญหาที่ไม่ เหมาะสมแต่ สามารถนำไปสู่ คำตอบได้	เลือกใช้ยุทธวิธีใน การแก้ปัญหาได้ อย่างเหมาะสม
ความสมเหตุสมผล ของปัญหา (Reasonability)	สถานการณ์หรือ ผลเฉลยของ ปัญหามีความ เป็นไปได้และ สามารถนำไปใช้ ในโลกจริงได้เพียง บางส่วน	สถานการณ์หรือ ผลเฉลยของ ปัญหามีความ เป็นไปได้และ สามารถนำไปใช้ ในโลกจริงได้	สถานการณ์และ ผลเฉลยของ ปัญหามีความ เป็นไปได้และ สามารถนำไปใช้ ในโลกจริงได้เพียง บางส่วน	สถานการณ์และ ผลเฉลยของ ปัญหามีความ เป็นไปได้และ สามารถนำไปใช้ ในโลกจริงได้อย่าง เหมาะสม



ภาคผนวก จ
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่ เครื่องมือสำหรับศึกษาสภาพการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย (1) แบบสอบถามความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ (2) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนด้วยการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ของอาจารย์ ครูพี่เลี้ยงและนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ (3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ และเครื่องมือสำหรับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ (1) กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและพีชคณิตของนักศึกษาครูคณิตศาสตร์ (2) แบบสังเกตพฤติกรรมการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ (3) แบบสัมภาษณ์การตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์และ (4) แบบทดสอบวัดความสามารถในการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. อาจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. อาจารย์ ดร.ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์

อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

4. อาจารย์ ดร.ธัชพล พลรัตน

อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวจิราวรรณ เทพจินดา
วัน เดือน ปี เกิด	18 ตุลาคม พ.ศ. 2526
สถานที่เกิด	สุราษฎร์ธานี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2537 ประถมศึกษาปีที่ 4 จาก โรงเรียนบ้านท่าอิฐ จังหวัดสุราษฎร์ธานี พ.ศ. 2542 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จาก โรงเรียนธิดาแม่พระ จังหวัดสุราษฎร์ธานี พ.ศ. 2545 มัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี พ.ศ. 2549 วท.บ.(ศึกษาศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2551 ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน) จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2564 กศ.ด. (คณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ