

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้
แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี
The Study of Mathematical Problem-Solving Ability
Using TAI Technique Cooperative Learning Activities on
Factoring Quadratic Polynomials of Matthayomsuksa 2 Students
at Muang Suratthani School

ศุภฤกษ์ เกื้อช่วย¹, จิรวรรณ เทพจินดา^{1*}, ฤกษ์ฤดี นาควิจิตร¹, และ สมศิริ พยัคฆรักษ์¹
Supparuek Kuechuay¹, Jirawan Thepjinda^{1*}, Rerkrudee Nakwijit¹, and Somsiri Payakkarak¹

(Received: 24 June 2024; Revised: 30 October 2024; Accepted: 14 November 2024)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) ศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมือง สุราษฎร์ธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 42 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 9 แผน แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของผู้สอน แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แบบบันทึกผลหลังเรียนอนุทิน แบบสัมภาษณ์ผู้เรียน แบบทดสอบท้ายวงจร -

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100

¹Mathematics Program, Faculty of Education, Suratthani Rajabhat University, Surat Thani 84100, Thailand

* Corresponding author, E-mail: jthepjinda@gmail.com

ปฏิบัติการที่ 1-4 เป็นแบบอัตโนมัติแสดงวิธีทำจำนวน 9 ข้อ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบอัตโนมัติแสดงวิธีทำจำนวน 5 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ 15 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าเฉลี่ยกลุ่มเดียว

ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ มีการวางแผน มีการดำเนินการแก้ปัญหา และมีการตรวจคำตอบที่ถูกต้องมากขึ้นและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TAI ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were to 1) study the mathematical problem-solving ability using TAI technique cooperative learning activities on factoring quadratic polynomials of Matthayomsuksa 2 students, 2) compare the students' mathematical problem-solving ability after participating in the cooperative learning activities with the 70% criterion, and 3) examine the students' satisfaction level with the use of cooperative learning activities. The cluster random sampling was utilized, resulting in a study sample of 42 Matthayomsuksa 2 students from one classroom at Muang Suratthani School during semester 2 of the academic year 2023. The research data collection instruments employed consisted of nine lesson plans on mathematical problem-solving ability using TAI technique cooperative learning activities on factoring quadratic polynomials of Matthayomsuksa 2 students development, a teacher behavior observation form, a student behavior observation form, a post-learning record, logbooks, student interviews, a 9-item subjective post 1-4 operation cycle test, a 5-item subjective mathematical problem-solving test, and a 15-item questionnaire with a 5-point rating scale on student's satisfaction with the use of TAI technique cooperative learning activities. The statistical measures employed for data analysis included the mean, standard deviation, and One Sample T-test.

The findings revealed that after implementing the cooperative learning activities using the TAI technique, the overall level of the students' ability on mathematical problem-solving on factoring quadratic polynomials was rated the highest, and was significantly higher than the 70% criterion at the .05 level, with the highest level of overall satisfaction with the use of TAI technique cooperative learning activities.

Keywords: Cooperative Learning Activities, TAI technique, Mathematical Problem-Solving Ability

บทนำ

การศึกษาของประเทศไทยได้เปรียบครูเสมือนเป็นกุญแจในการแก้ปัญหาด้านคุณภาพการศึกษา แต่ครูในสังคมไทยกำลังเผชิญกับปัญหาหลายด้าน โดยเฉพาะด้านความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 (ณัฐภรณ์ ศิริธร และคณะ, 2563) ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) ด้านเทคโนโลยีเป็นความสามารถเกี่ยวกับการใช้งานทั่วไปของเทคโนโลยีต่าง ๆ มาประกอบการเรียนการสอน 2) ด้านเนื้อหา เป็นความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาที่โดยนำองค์ความรู้ที่มีมาประยุกต์ใช้ได้ถูกต้อง และ 3) ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นวิธีการสอนที่ครูเลือกใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

สำหรับการศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ในปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 2 พบว่าสาเหตุของปัญหาส่วนใหญ่ที่พบคือ นักเรียนขาดทักษะในการคิดวิเคราะห์ การแก้โจทย์ปัญหา และไม่ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เท่าที่ควร นอกจากนี้ ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนของครูที่เน้นการสอนแบบบรรยายมากกว่าการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนขาดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนหลายคนไม่มีความรู้ความเข้าใจตามเนื้อหาเท่าที่ควร อีกทั้งนักเรียนไม่กล้าสอบถามครูผู้สอน โดยเนื้อหาที่เป็นปัญหามากที่สุดในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

กรมวิชาการ (2546) ได้ระบุว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการที่สำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพราะช่วยให้นักเรียนพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ เรียนรู้ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ ความสำเร็จในการแก้ปัญหาจะทำให้เกิดการพัฒนาคูณลักษณะของนักเรียนที่ต้องการ (Lester, 1977) และในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Polya (1957) ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ ซึ่งในกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ การให้นักเรียนได้ร่วมเรียนรู้

หรือทำงานเป็นกลุ่มยังเป็นรูปแบบการเรียนรู้หนึ่งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้มากขึ้น (Krulik and Rudnick, 1993) ซึ่งแนวคิดดังกล่าวมีความสอดคล้องกับลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

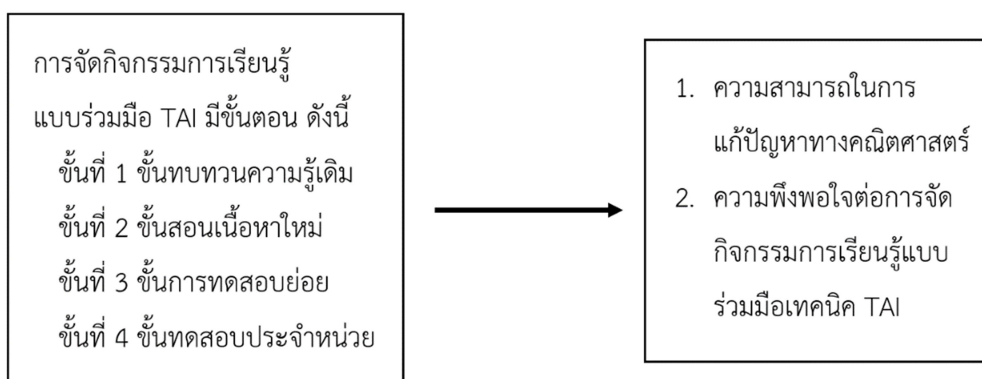
Slavin (1990) ได้กล่าวถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI (Team Assisted Individualization) ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และการสอนรายบุคคล (Individualized instruction) เข้าด้วยกัน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเรียนรายบุคคล โดยใช้ลักษณะการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ให้นักเรียนในกลุ่มทำการศึกษาและเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยกันดำเนินการเรียนและมีการตรวจสอบร่วมกัน โดยมีลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ร่วมมือช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของการเรียน

ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI (Team Assisted Individualization) มีความเหมาะสมในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากจะช่วยให้นักเรียนเกิดความช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนเพิ่มขึ้น ได้คิดคำนวณ ค้นคว้า ฝึกฝนทักษะตลอดจนเข้าใจเนื้อหาและสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้ (Slavin, 1987) อีกทั้งจะเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับผู้สอนคณิตศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การวิจัยซึ่งใช้กระบวนการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบโดยอาศัยความร่วมมือในการวิเคราะห์วิจารณ์ เพื่อแก้ปัญหาระหว่างผู้วิจัยและผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยจะมีวงจร 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกตและการสะท้อนการปฏิบัติ เพื่อปรับแผนการปฏิบัติเข้าสู่วงจรใหม่ วงจรปฏิบัติจะสิ้นสุดลงเมื่อผู้วิจัยสามารถแก้ปัญหาได้จริง หรือ พัฒนาสภาพการณ์ของสิ่งที่ได้ศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kemmis and Mc Taggart, 2005)

ประชากร

ประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวน 377 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 42 คน โดยผู้วิจัย ได้ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็น 1 หน่วยในการสุ่มตัวอย่าง เนื่องจากทางโรงเรียนจัดชั้นเรียนแบบคละความสามารถ ดังนั้นในแต่ละห้องเรียนจึงมีทั้งนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับสูง ปานกลาง และ อ่อนในจำนวนสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 9 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง แบ่งเป็น 4 วงจรปฏิบัติ ประกอบไปด้วย วงจรปฏิบัติการที่ 1 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2) วงจรปฏิบัติการที่ 2 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4) วงจรปฏิบัติการที่ 3 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-6) และวงจรปฏิบัติการที่ 4 (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9) ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนย่อย คือ 1. ขั้นวางแผน (Plan) 2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และ 4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านการวิเคราะห์ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ก่อนนำไปใช้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตการณ์ ได้แก่ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของผู้สอน แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แบบบันทึกผลหลังเรียน อนุทิน แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-4 เป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีทำ จำนวน 9 ข้อ วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย (p) มีค่าระหว่าง 0.42 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่าระหว่าง 0.37- 0.67

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรี 2 เป็นแบบอัตนัย แสดงวิธีทำจำนวน 5 ข้อ เวลา 60 นาที วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย (p) มีค่าระหว่าง 0.23 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่าระหว่าง 0.32- 0.58 และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เป็นแบบประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ 15 ข้อ วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยการนำหลักการ และขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามหลักแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart (1988) โดยขั้นตอนการดำเนินการในแต่ละวงจรปฏิบัติจะประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนย่อยดังนี้

1) ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยวิเคราะห์สภาพปัญหาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยการรวบรวมข้อมูลจากผลการเรียนของนักเรียน การสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมกับศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ศึกษาและสร้าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการจัดการการเรียนรู้ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของผู้สอน แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน และแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียน

2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพเหมาะสมแล้วมาดำเนินการจัดการจัดการการเรียนรู้กับนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ แล้วผู้วิจัยทำการบันทึกผลหลังการจัดการจัดการการเรียนรู้ให้นักเรียนจดบันทึกก่อนทำและทำแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการในแต่ละวงจรซึ่งนักเรียนต้องใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Polya (1957) 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ในการทำแบบทดสอบ

3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ผู้วิจัยดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยในแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยนักเรียนจำนวน 6 คน เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนอย่างละ 2 คน โดยใช้แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย สุ่มนักเรียนจำนวน 1 กลุ่ม มาทำแบบสัมภาษณ์หลังเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติ ในขณะเดียวกันจะให้ผู้สังเกตการณ์ใช้แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของผู้สอนเพื่อนำไปสะท้อนผลเมื่อสิ้นสุดการจัดการจัดการการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ผู้วิจัยดำเนินการสรุปผลการจัดการจัดการการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการโดยการนำข้อมูลขั้นปฏิบัติการ (Act) และขั้นสังเกตการณ์ (Observe) วิเคราะห์หาสภาพของปัญหา แนวทางแก้ไขปัญหา เพื่อนำข้อเสนอแนะไปใช้ในการวางแผนการจัดการจัดการการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

นำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-4 จำนวน 9 ข้อ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อ มาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายงานการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ทำความเข้าใจปัญหา	2	ดีมาก	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดได้ถูกต้อง
	1	ดี	ระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ปรับปรุง	ไม่สามารถระบุสิ่งที่ปัญหากำหนดได้
2. วางแผนการแก้ปัญหา	2	ดีมาก	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมด
	1	ดี	เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่เขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	0	ปรับปรุง	ไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องหรือนำไปสู่คำตอบ
3. ดำเนินการตามแผน	2	ดีมาก	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องทั้งหมด
	1	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องบางส่วน
	0	ปรับปรุง	ไม่สามารถนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
4. การตรวจสอบและการสรุปคำตอบ	2	ดีมาก	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือถูกต้องแต่ใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	0	ปรับปรุง	ไม่มีการสรุปคำตอบ

หมายเหตุ. ปรับปรุงจากการวัดประเมินผลคณิตศาสตร์ (น. 58) โดย สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น.

ช่วงคะแนน

ร้อยละ 80 - ร้อยละ 100

ร้อยละ 70 - ร้อยละ 79

ร้อยละ 60 - ร้อยละ 69

ร้อยละ 50 - ร้อยละ 59

ร้อยละ 0 - ร้อยละ 49

ระดับผลการประเมิน

มีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก

มีความสามารถอยู่ในระดับดี

มีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้

มีความสามารถอยู่ในระดับผ่าน

มีความสามารถอยู่ในระดับไม่ผ่าน

นำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ One Sample t-test

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

จากการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้สอน แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน บันทึกผลหลังการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ อนุทิน และการสัมภาษณ์ โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สรุปเป็นความเรียง เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรวม นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	ร้อยละของค่าเฉลี่ย	S.D.	t	Sig
แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	42	30	25.10	83.67	2.71	1.68	.000*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยรวมคิดเป็นร้อยละ 83.67 ของค่าเฉลี่ย มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.71 เมื่อเทียบกับระดับผลการประเมินจะมีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่าง	n	เกณฑ์คะแนน (ร้อยละ 70)	\bar{X}	S.D.	t	Sig
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	42	21	25.10	2.71	6.845	.000*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่า

เกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.71

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ข้อ	ความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ข้าพเจ้าชอบทำกิจกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI	4.69	0.47	มากที่สุด
2	ข้าพเจ้าเห็นว่าใบกิจกรรมการเรียนรู้และแบบทดสอบมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.61	0.69	มากที่สุด
3	ข้าพเจ้าพอใจกับคะแนนแต่ละครั้งที่ทำได้ทำ	4.28	0.89	มาก
4	ข้าพเจ้าไม่รู้สึกเบื่อหน่ายที่ครูให้ทำกิจกรรมในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI	4.58	0.50	มากที่สุด
5	ข้าพเจ้ารู้สึกกระตือรือร้นที่สุดเวลาเรียนคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ ร่วมมือเทคนิค TAI	4.64	0.59	มากที่สุด
6	ข้าพเจ้ารู้สึกดีใจเมื่อถูกเรียกให้ไปทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน	4.03	0.74	มาก
7	ข้าพเจ้าอยากให้มีชั่วโมงเรียนคณิตศาสตร์ให้มากกว่านี้	3.89	0.71	มาก
8	การทำกิจกรรมกลุ่มทำให้ข้าพเจ้าเพลิดเพลิน	4.64	0.64	มากที่สุด
9	ข้าพเจ้าอยากเข้าห้องเรียนเมื่อถึงชั่วโมงเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI	4.25	0.73	มาก
10	ข้าพเจ้าไม่่วงนอนเลยเมื่อเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI	4.64	0.59	มากที่สุด
11	ข้าพเจ้าปฏิบัติตามที่ครูกำหนดแล้วทำให้เข้าใจเนื้อหายิ่งขึ้น	4.53	0.70	มากที่สุด
12	ข้าพเจ้ามีโอกาสได้สนทนาแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ ในการเรียนกับเพื่อน ๆ จนได้รับความรู้	4.75	0.44	มากที่สุด
13	ข้าพเจ้าได้ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา และนำไปใช้แก้ปัญหาได้ถูกต้อง	4.83	0.38	มากที่สุด

ตารางที่ 4 (ต่อ) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง

ข้อ	ความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
14	ข้าพเจ้าพอใจในการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI	4.80	0.40	มากที่สุด
15	ข้าพเจ้ามีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI	4.72	0.45	มากที่สุด
รวม		4.53	0.59	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.59

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง โดยรวมอยู่ในระดับดีมากเมื่อเทียบกับระดับผลการประเมิน คิดเป็นร้อยละ 83.67 ของค่าเฉลี่ย เมื่อพิจารณาแต่ละชั้นตอนพบว่า นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ มีการวางแผน มีการดำเนินการ แก้ปัญหาผิดพลาดน้อยลง และมีการตรวจคำตอบได้ถูกต้อง ที่เป็นเช่นนี้เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น นักเรียนกลุ่มเก่งสามารถอธิบาย ร่วมมือกันกับนักเรียนกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนในการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ร่วมกันก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดรายบุคคลเพื่อทบทวนความเข้าใจของตนเองอีกครั้ง แล้วจึงทำแบบทดสอบในแต่ละวงจรปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกับ อภรณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือหรือแบบมีส่วนร่วม เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียน มีความรู้ความสามารถต่างกัน ได้ร่วมมือกันทำงานกลุ่มด้วยความตั้งใจและเต็มใจรับผิดชอบในบทบาท ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการเรียนแบบร่วมมือนักเรียนจะต้องทำการแลกเปลี่ยนความรู้ อธิบายข้อสงสัยและข้อผิดพลาดร่วมกันเป็นการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลของนักเรียน Baroody (1993)

2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.10 เนื่องจากในการทำกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนจะต้องใช้กระบวนการ

แก้ปัญหาของ Polya (1957) เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาของ Polya มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล ส่งผลให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมีความสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่องและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ที่ให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน นักเรียนกลุ่มเก่งสามารถช่วยเหลือนักเรียนกลุ่มอ่อน นักเรียนยังได้ฝึกปฏิบัติการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อมีส่วนที่ไม่เข้าใจสามารถสอบถามจากสมาชิกในกลุ่มคนอื่นได้ ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น (ศุภินัย ละครชัย, 2560) เช่นเดียวกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือหรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด และกระบวนการของการแก้ปัญหาเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิดและนำเสนอ แนวคิดของตนเองสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 คะแนน ที่เป็นเช่นนี้เพราะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI นักเรียนได้ทำงานร่วมกันซึ่งต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ได้อภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากกว่าการเรียนรู้โดยลำพัง นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ได้ฝึกลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง กระตือรือร้น เพลิดเพลิน เข้าใจเนื้อหายิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด (ครรชิต วงศ์เทิม, 2561 ; กุเกียรติ คุ่มเมือง, 2559)

จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองช่วยให้นักเรียนได้สนทนาแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ ในการเรียนกับนักเรียนในกลุ่มจนได้รับความรู้ร่วมกับการฝึกการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยเรื่อง ศึกษาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง

จากผลการวิจัยเรื่อง ศึกษาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูผู้สอนอาจใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ครูควรอธิบายถึงหน้าที่ บทบาทของสมาชิกในกลุ่มโดยกระตุ้นให้นักเรียนที่เก่งอยากช่วยเหลือนักเรียนในระดับปานกลางและอ่อนด้วยความเต็มใจ และใช้การเสริมแรงให้นักเรียนปานกลาง และอ่อนเกิดความชื่นชมในการช่วยเหลือตนเอง

1.3 การจัดกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา นั้น ๆ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับวิธีการสอนโดยการใช้สื่อ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับวิธีสอนโดยใช้การนิรนัย

2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผล

2.2 ควรมีการศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่น เช่น การแก้โจทย์ ปัญหาสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

อ้างอิง

กรมวิชาการ. (2546). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กู่เกียรติ คุ่มเมือง. (2559). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI ประกอบแบบฝึกทักษะ เรื่อง เศษส่วน ของนักศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต]*. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ครรชิต วงศ์เหิม. (2561). *การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนแบบร่วมมือ เทคนิค TAI สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต]*. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

- ณัฐภรณ์ ศิริธร, มณีญา สุราช และนครชัย ชาญอุไร. (2563). ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการสอนของครูผู้สอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองคาย เขต 2. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 8(2), 162-177. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/UDRUAJ/article/view/240623/166659>
- ศุวินัย ลครชัย. (2560). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แนวคิดของ Polya เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน* (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Baroody, Arthur J. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8. Helping Children Think Mathematically*. New York : Macmillan .
- Kemmis, S., and McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner*, 3rd ed. Victoria : Deakin University Press.
- Kemmis, S., and McTaggart, R. (2005). *Participatory Action Research: Communicative Action and the Public Sphere*. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage Handbook of Qualitative Research* (3 ed., pp. 559-603). Thousand Oaks: Sage Publication, Inc.
- Krulik, S., and Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem – Solving. A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston: Allyn and Bacon.
- Lester, F.K. (1977). *Ideas about Problem Solving : A Look at Some Psychological Research. Arithmetic Teacher*, 25, 12-15.
- Polya, George. (1957). *How to solve it*. New York: Doubleday & Company.
- Slavin, R. E. (1987). *Cooperative Learning and the Cooperative School. Educational Leadership*, (45)3, 7-13.
- Slavin, R. E. (1990). *Cooperative learning: Theory, research and practice*. New Jersey: Prentice-hall.