

บทความวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

ราชนัย ขาวภูษร¹ ออมสิน แสนศรี¹ ปวีณา ชันธิลา² และประภาพร หนองหารพิทักษ์^{2*}¹หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์²สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

*Email: prapaporn.no@ksu.ac.th

รับบทความ: 24 มีนาคม 2563 แก้ไขบทความ: 2 พฤษภาคม 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 8 พฤษภาคม 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนจำปาโมงวิทยาคาร จำนวน 26 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบวัดความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.65/74.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.5890 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (mean = 14.85, S.D. = 2.65) สูงกว่าก่อนเรียน (mean = 7.46, S.D. = 3.61) ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ใหม่นี้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ในครั้งนี้อยู่ในระดับมากที่สุด (mean = 4.62, S.D. = 0.62)

คำสำคัญ: การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ รูปแบบชิปปา กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

อ้างอิงบทความนี้

ราชนัย ขาวภูษร ออมสิน แสนศรี ปวีณา ชันธิลา และประภาพร หนองหารพิทักษ์. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 116-124.

Research Article

Development of the mathematics learning achievement in solving of derivative problems topic for grade-12 students base on CIPPA model emphasizing Polya's problem solving processes

Rachun Khaokunchon¹, Oomsin Saensri¹, Paweena Khansila² and Prapaporn Nongharnpituk^{2,*}

¹Bachelor of Education Program in Mathematics, Kalasin University

²Department of Mathematics, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

*Email: prapaporn.no@ksu.ac.th

Received <24 March 2020>; Revised <2 May 2020>; Accepted <8 May 2020>

Abstract

The objectives of this study were to: 1) develop mathematics learning lesson plans in solving of derivative problems topic for Grade - 12 students base on CIPPA model emphasizing Polya's problem solving processes with efficiency according to criteria of 70/70, 2) study the effectiveness index of lesson plans, 3) to compare learning achievement before and after learning by using the developed lesson plans, and 4) evaluate students' satisfied toward instruction. The target group included 26 Grade - 12 students, Champamongwittayakarn School, in the second semester of the 2019 academic year. The samples this research were selected by purposive sampling. The instruments of this study consisted of: 1) the lesson management plans, 2) mathematics learning achievement test, and 3) satisfaction rating scale form. The study indicated that: 1) the efficiency of the lesson plans in solving of in solving of derivative problems topic for Grade-12 students based on CIPPA model emphasizing Polya's problem solving processes produced were 73.65/74.25 which was higher than the determination criteria 70/70, 2) the effectiveness index toward instruction was 0.5890, 3) the learning achievement score for the post-test (mean = 14.85, S.D. = 2.65) was statistically significantly higher than that of the pre-test (mean=7.46, S.D.=3.61) at the 0.05 level, and 4) the students were satisfied with learning outcome approach in the highest level (mean = 4.62, S.D. = 0.62).

Keywords: Solving of derivative problems, CIPPA Model, Polya's problem solving processes

Cite this article:

Khaokunchon, R., Saensri, O., Khansila, P. and Nongharnpituk, P. (2020). Development of the mathematics learning achievement in solving of derivative problems topic for grade-12 students base on CIPPA model emphasizing Polya's problem solving processes (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 116-124.

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาทักษะการคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบระเบียบ คิดอย่างมีแบบแผน และสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (The ministry of education, 2008) ซึ่งหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตร คือ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ในสาระคณิตศาสตร์ที่จำเป็น พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้ มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงให้เหตุผลและมีความคิดสร้างสรรค์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของ คณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นตลอดจนการประกอบอาชีพ พร้อมทั้งมีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงานและการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

จากความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญและมีบทบาทมาก ต้องจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นต้องฝึกฝนให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผนและรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ สนุกสนาน และสามารถนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญในการจัดการเรียนรู้อย่างมาก แต่ถ้านักเรียนเรียนยังไม่คล่องด้านการท่องจำ คิดคำนวณได้เฉพาะปัญหาที่มีสัญลักษณ์ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้อันเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ดังนั้นครูผู้สอนควรสรรหาวิธีที่ทำให้นักเรียนเข้าใจ เรียนรู้ได้อย่างสนุกสนานจนเกิดเจตคติที่ดีต่อการคิด การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และสามารถใช้ความรู้พื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ (Tipkong, 2001)

ในสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันพบว่ายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เห็นได้จากค่าสถิติผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจำปาโม่งวิทยาคาร ปีการศึกษา 2559 – 2561 พบว่าคะแนนวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ ปีการศึกษา 2559 มีคะแนนเฉลี่ย 18.85 ปีการศึกษา 2560 มีคะแนนเฉลี่ย 14.86 และปีการศึกษา 2561 มีคะแนนเฉลี่ย 18.42 (Champamongwittayakarn School, 2019) ซึ่งจากการสัมภาษณ์ครูประจำรายวิชาคณิตศาสตร์ ทราบว่า โรงเรียนจำปาโม่งวิทยาคาร มีการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้องเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตั้งแต่ ปีการศึกษา 2559 – 2561 อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำและไม่เป็นที่น่าพอใจ จากการสอบถามและสัมภาษณ์เรื่องนี้นักเรียนมีปัญหามากที่สุดคือ เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ซึ่งสาเหตุเนื่องมาจากการแก้โจทย์ปัญหาเป็นส่วนใหญ่ และไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้

จากปัญหาข้างต้นที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะต้องใช้ความคิด ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการ ประสบการณ์ ความรู้ ความพยายาม เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ผู้สอนควรปลูกฝังให้ผู้เรียนเข้าใจถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา เพราะถ้าผู้เรียนมีความรู้ และเข้าใจขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหา แล้วผู้เรียนก็สามารถแก้ปัญหานั้นได้ดีและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Booncherd, Chintim and Trisirat (2014) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบซิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง บทประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 76.00 และมีจำนวนผู้เรียน ร้อยละ 85 ของจำนวนผู้เรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และงานวิจัยของ Pongkeaw (2012) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปาร่วมกับการใช้เทคนิคของโพลยาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นนั้น เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปาร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีขึ้น

จากปัญหาและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยต้องการพัฒนาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจำปาโม่งวิทยาคาร อำเภอบ้านฝาง จังหวัดอุดรธานี โดยใช้รูปแบบซิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เพื่อให้ผู้เรียนได้มีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

รวมถึงรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนในชั้นเรียนมากกว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติที่เคยใช้ในห้องเรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1. เพื่อพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
- 2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบชิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
- 3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบชิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
- 4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบชิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pre-test/Post-test Design) (Saiyod, 1995) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
N	T ₁	X	T ₂

เมื่อ	N	แทน	กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
	T ₁	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre – test)
	X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบชิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา
	T ₂	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง (Post – test)

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจำปาโม่งวิทยา การ ที่กำลังศึกษาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 อำเภอบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 26 คน โดยมาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- 1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นของนักเรียน จำนวน 4 แผน ได้แก่ 1) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอนุพันธ์ของฟังก์ชัน 2) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิตโดยใช้สูตร 3) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอนุพันธ์อันดับสูง และ 4) โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด
- 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.95 และได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.60 - 0.70 และได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.87 และมีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.82 (ภาพที่ 1)
- 3. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน ต่อการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 13 ข้อ ทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 – 1.00 และค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ได้ค่าเท่ากับ 0.78 ถือได้ว่าแบบวัดความพึงพอใจฉบับนี้มีความน่าเชื่อถือสูง

ตัวอย่างตอนที่ 2 ประโยค 4 ตัวเลือก

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

- เมื่อเวลา t วินาที วัตถุเคลื่อนที่ได้ระยะทาง $s(t) = 4t^3 + 2t^2 + 3t$ เมตร ข้อใดคือความเร่งขณะเวลา t ใด ๆ

ก. $24t + 3$ เมตร/วินาที ²	ข. $24t + 4$ เมตร/วินาที ²
ค. $24t + 5$ เมตร/วินาที ²	ง. $24t + 6$ เมตร/วินาที ²
- กำหนดสมการการเคลื่อนที่ $s(t) = 49t^2$ เมื่อ s เป็นระยะทางของการเคลื่อนที่มีหน่วยเป็น เมตร และเวลา t วินาที ข้อใดคือการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ s เทียบกับ t เมื่อ t เปลี่ยนจาก 4 เป็น 4.5

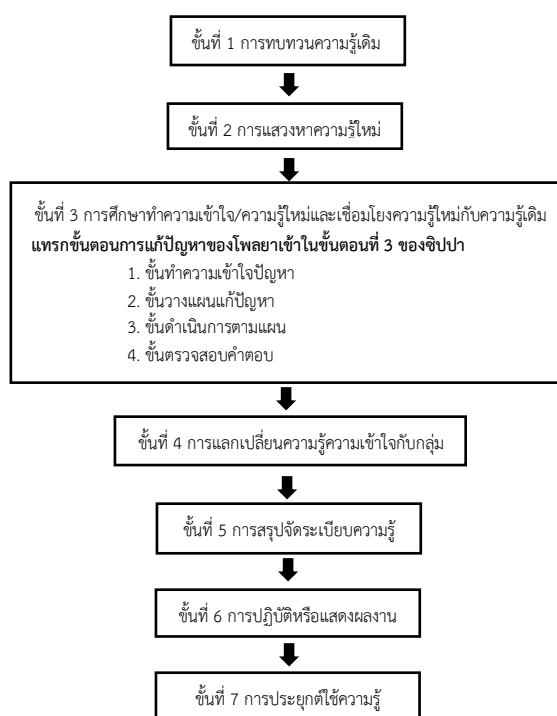
ก. 41.65 เมตรต่อวินาที	ข. 40.65 เมตรต่อวินาที
ค. 39.65 เมตรต่อวินาที	ง. 38.65 เมตรต่อวินาที
- พ่อค้าคนหนึ่งทราบว่าถ้าเขาตั้งราคาสินค้าอย่างหนึ่งขึ้นละ 20 บาท ในหนึ่งสัปดาห์เขาจะขายได้ 1,000 ชิ้น ถ้าเขาลดราคาลงขึ้นละ 1 บาท เขาจะขายสินค้าได้เพิ่มขึ้น 100 ชิ้นต่อสัปดาห์ ถ้าเขาลดราคาสินค้าลงขึ้นละ 2 บาท เขาจะขายสินค้าได้เพิ่ม 200 ชิ้นต่อสัปดาห์ เป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จงหาว่าเขาคควรตั้งราคาสินค้าเท่าใดจึงจะได้เงินจากการขายมากที่สุด

ก. 25 บาท	ข. 20 บาท
ค. 15 บาท	ง. 10 บาท

ภาพที่ 1 ตัวอย่างแบบทดสอบ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์

ขั้นตอนในการทดลอง ในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทำการทดสอบด้วยตนเอง
2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จำนวน 4 แผน แผนละ 50 นาที สัปดาห์ละ 1 แผน รวม 4 สัปดาห์ การกำหนดกิจกรรมซึ่งแบ่งเป็น 5 สัปดาห์ และตัวอย่างโครงสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

3. เมื่อสิ้นสุดการทดลองผู้วิจัยดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนการทดลอง ดังภาพที่ 3
4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโรงเรียนโรงเรียนจำปาโม่งวิทยาคาร ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
5. ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้



ภาพที่ 3 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้รูปแบบซิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา

การวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ ของนักเรียน โดยใช้ (E_1/E_2)
2. วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลหลังจากการจัดการเรียนรู้ (Effectiveness index: E.I.)
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้สถิติ (t - test for dependent Samples)
4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้ โดยหาค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการพัฒนาแผนจัดการเรียนรู้และนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มตัวอย่าง สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของแผนจัดการเรียนรู้ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว มีค่าเฉลี่ยคะแนนระหว่างเรียนเท่ากับ 29.46 คิดเป็นร้อยละ 73.65 และมีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังจากการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 14.85 คิดเป็นร้อยละ 74.25 ดังนั้นจึงได้ว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่า (E_1/E_2) เท่ากับ 73.65/74.25 จำแนกเป็นคะแนนแบบทดสอบย่อยระหว่างการจัดการเรียนรู้ (E_1) เท่ากับร้อยละ 73.65 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 74.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้นช่วยให้นักเรียนมีรูปแบบการคิดอย่างเป็นขั้นตอนและมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มของตนเองอีกด้วย ดังแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์

จำนวน 26 คน	คะแนนแบบทดสอบย่อยระหว่างการจัดการเรียนรู้					คะแนน แบบทดสอบหลัง เรียน (20 คะแนน)
	แผนที่ 1 (10 คะแนน)	แผนที่ 2 (10 คะแนน)	แผนที่ 3 (10 คะแนน)	แผนที่ 4 (10 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบย่อย (40 คะแนน)	
mean	7.54	7.58	7.42	6.92	29.46	14.85
ร้อยละ (E_1/E_2)	75.38	75.77	74.23	69.23	73.65	74.25
	73.65					74.25

ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการขั้นตอนที่สร้างและพัฒนาขึ้นมา ได้ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม ซึ่งจากการศึกษาเอกสารเนื้อหาเทคนิควิธีการจากแหล่งการเรียนรู้ และเอกสารที่เกี่ยวข้องพร้อมทั้งงานวิจัยต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kapthong (2009) ที่ศึกษาเรื่องการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน โดยใช้ชุดกิจกรรม ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ชุดกิจกรรม ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบซิปปามีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.79/82.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 รวมถึงงานของ Suranat, Boontongtherng and Ekkapim (2017) ที่ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบซิปปาประกอบแผนผัง Four Squares เรื่อง การบวก การลบ และการหารทศนิยม พบว่ามีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.61/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ มีคะแนนเต็มเท่ากับ 520 คะแนน ผลรวมของคะแนนหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 386 คะแนน และผลรวมของคะแนนก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 194 คะแนน เมื่อนำมาหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.5890 ซึ่งโดยภาพรวมมีคะแนนเพิ่มขึ้น 0.5890 หรือคิดเป็นร้อยละ 58.90 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลสรุปดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์

ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนนหลังเรียน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน	E.I.
20×26	386	194	0.5890

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ออกสาได้ปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และฝึกฝนทักษะจากแบบฝึกทักษะ ได้ศึกษาหาความรู้จากเอกสาร พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ได้ทำกิจกรรมหลากหลาย นักเรียนได้มีการเคลื่อนไหวทางกายสติปัญญาอารมณ์และสังคม อย่างเหมาะสม ทำให้มีความตื่นตัว สามารถรับรู้และเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี และนักเรียนได้นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีตามมา Khammanee (2009) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saengchali (2006) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบชิปปากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7107 คิดเป็นร้อยละ 71.07

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 14.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.61 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.46 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.65 ซึ่งจากการใช้สถิติทดสอบพบว่าค่า t - test เท่ากับ 13.31 ซึ่งสูงกว่าค่าวิกฤต จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอนุพันธ์

การทดสอบ	จำนวน(คน)	คะแนนเต็ม	mean	ร้อยละ	S.D.	t - test	df
ก่อนเรียน	26	20	7.46	37.30	3.61	13.31*	25
หลังเรียน	26	20	14.85	74.25	2.65		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ เป็นกระบวนการของการสร้างองค์ความรู้และจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์กัน ได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การฝึกฝนทักษะกระบวนการต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากแต่ละขั้นตอนช่วยให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมหลากหลาย สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียน และการดำเนินชีวิตในปัจจุบันได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Lawtern (2009) ที่วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบชิปปา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ และผลการวิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกทั้ง 5 ด้าน ในการเรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้รูปแบบชิปปา พบว่า วิธีการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเกิดจากการเคลื่อนไหว ที่มีจุดมุ่งหมายในการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือการศึกษาเอกสาร โดยใช้ผลจากการทำแบบฝึกหัด ประเมินผลการเรียนรู้ที่ปฏิบัติได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Siriphat, Nongharnpituk and Khansila (2019) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ผลการวิจัยพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kansomsup, Juithong and Kongthong (2019) ได้ศึกษาการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ รูปแบบชิปปาร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ผลวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบชิปปาร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ พบว่า คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับ 4.62 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.62 ซึ่งทำการประเมิน

ความคิดเห็นหลังการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ด้าน แสดงว่าแบบประเมินความพึงพอใจฉบับนี้ มีค่าความเชื่อมั่นสูง ซึ่งแปลความหมายได้ว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด และภาพรวมรายด้านพบว่า ด้านครูผู้สอน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.63 ด้านการให้คำปรึกษา มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.63 ด้านความรู้/ความเข้าใจ/และนำไปใช้ มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.63 และด้านสถานที่/ระยะเวลา มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.58 ซึ่งทุกด้านแปลความหมายได้ว่านักเรียนความพึงพอใจมากที่สุด และภาพรวมจะเห็นได้ว่า ด้านความรู้/ความเข้าใจ/และนำไปใช้ เป็นด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดจากทั้ง 4 ด้าน คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 ซึ่งอาจมาจากสาเหตุที่ผู้สอนได้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมาทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เพิ่มขึ้นจากการเรียนแบบปกติ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหามนุพันธ์

รายการประเมิน	mean	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านครูผู้สอน			
1. การเตรียมตัวและความพร้อมของครูผู้สอน	4.77	0.43	มากที่สุด
2. สามารถอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจนและตรงหัวข้อที่สอน	4.35	0.75	มาก
3. ใช้ภาษาที่สุภาพและเข้าใจง่าย	4.69	0.55	มากที่สุด
4. บุคลิกภาพของครูผู้สอน	4.69	0.55	มากที่สุด
รวม	4.63	0.59	มากที่สุด
ด้านสถานที่/ระยะเวลา			
5. ห้องเรียนสะอาด และมีความเหมาะสม	4.54	0.65	มากที่สุด
6. ความพร้อมของสื่อการเรียนการสอน	4.46	0.71	มาก
7. ระยะเวลาการทำกิจกรรมเหมาะสม	4.73	0.53	มากที่สุด
รวม	4.58	0.63	มากที่สุด
ด้านการให้คำปรึกษา			
8. การอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน	4.62	0.70	มากที่สุด
9. การให้คำแนะนำหรือตอบข้อซักถามแก่ผู้เรียน	4.65	0.63	มากที่สุด
รวม	4.63	0.66	มากที่สุด
ด้านความรู้/ความเข้าใจ/และนำไปใช้			
10. มีความรู้ความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหามนุพันธ์	4.69	0.62	มากที่สุด
11. สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้	4.54	0.65	มากที่สุด
12. สามารถแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ	4.62	0.64	มากที่สุด
13. สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเองได้	4.69	0.55	มากที่สุด
รวม	4.63	0.61	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.62	0.62	มากที่สุด

ซึ่งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pongkeaw (2012) ที่ได้ศึกษาความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้รูปแบบซิปปา ร่วมกับการใช้เทคนิคของโพลยาในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยที่ 4.85 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัย สรุปได้ว่าแผนจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหามนุพันธ์ โดยใช้รูปแบบซิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.65/74.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 70/70 มีดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 0.5890 แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.5890 หรือคิดเป็นร้อยละ 58.90 จัดว่าเป็นความก้าวหน้าระดับปานกลาง ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (กำหนดไว้ที่ 0.50) โดยที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหามนุพันธ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ใน

ระดับมากที่สุด (mean = 4.62, S.D.- 0.62) และยังพบว่าด้านความรู้ ความเข้าใจและนำไปใช้เป็นส่วนที่มีความพึงพอใจมากที่สุดเมื่อเทียบกับทุกด้านแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสนใจในส่วนของการรู้มากขึ้น

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยในครั้งต่อไปดังนี้

1. ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปาที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นอื่น และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมและพัฒนาด้านทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

2. ควรมีการศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา เช่น ความวิตกกังวล ความสนใจและความคงทนในการเรียน

เอกสารอ้างอิง

- Booncherd, S., Chimtim, K. and Trisirirat, J. (2014). The development of mathematics learning activities based on CIPPA model emphasizing Polya's problem solving processes on application for Prathomsuksa 5 (in Thai). **Journal of Education Khon Kaen University**, 37(4), 149-155.
- Champamongwittayakarn School. (2019). Ordinary national educational test of Grade 12 students for Champamongwittayakarn School in 2016 – 2019 academic year (in Thai). Retrieved July 20, 2019 from Academic Department of Champamongwittayakarn School: <http://www.champamongwit.ac.th>
- Kapthong, K. (2009). The development of mathematics process in addition, subtraction, multiple and fraction division using activities program with CIPPA model for students in Prathomsuksa 6, Office Of Surin Educational Service Area 1(in Thai). **Master's Thesis**. Surin: Surindra Rajabhat University.
- Kansomsup, K., Juithong, S., and Kongthong, U. (2019). A study of the ability to solve word problems of grade 3 students using a teaching approach on CIPPA model integrated with polya's problems solving process (in Thai). **Journal of Valaya Alongkorn Review**, 8(2), 129-139.
- Khammanee, T. (2009). **Science of teaching pedagogy** (in Thai). Bangkok: Darnsutha Press.
- Lawtern, S. (2009). Organizing CIPPA's learning model on the topic of decimal division for Prathom 6 students (in Thai). **Master's Thesis**. Chiangmai: Chiangmai University.
- Poungkeaw, S. (2012). The results of learning management by using CIPPA model instruction and Polya's method on achievement and mathematical solving problem skill (in Thai). **Master's Thesis**. Songkhla: Thaksin University.
- Saengchali, P. (2006). Effects of learning parallels between organization of learning activities based on the CIPPA model and learning activities based on the IPST model on learning outcome of Mathayomsuksa 2 students (in Thai). **Master's Thesis**. Mahasarakham: Mahasarakham University.
- Saiyod, L. and Saiyod, A. (1995). **Techniques in educational research** (in Thai). Bangkok: Suweeriyasarn.
- Siriphat, P., Nongharnpituk, P. and Khansila, P. (2019). The development of mathematics problem solving abilities on the application of linear equations with one variable of Grade-8 students using emphasized on Polya's problem solving methods (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 2(1), 23-33.
- Suranat, C., Boontongtherng, P. and Ekkapim, S. (2017). Development of the mathematics achievement and analytical thinking through CIPPA model accompany with four squares writing graphic organizer for sixth grade students (in Thai). In **Proceedings of 2nd RMU Graduate Research Conference** (pp. 931-937). Maha Sarakham: Rajabhat Maha Sarakham University.
- The ministry of education. (2008). **The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)** (in Thai). Bangkok: Printing Press of the Agricultural Co-operative Federation of Thailand.
- Tipkong, S. (2001). **Solving mathematics problems** (in Thai). Bangkok: Kurusapa Printing Ladphrao.