

# การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

## The Learning Management of the Concrete-Pictorial-Abstract Approach Combined with the Bar Model to Develop Mathematics Learning Achievement for Secondary 2 (Grade 8) Students

รัตนาภรณ์ ไทยพู รสริน เจิมไธสง\* และ พรภิรมย์ หลงทรัพย์

Rattanaporn Thaiphoo, Rossarin Jermtaisong\* and Pornpirom Lhongsap

ภาควิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

Department of Education, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12110

\*To whom correspondence should be addressed. e-mail: Rossarin\_j@mutt.ac.th\*, rattanaporn\_t@mutt.ac.th \*

Pornpirom\_l@mutt.ac.th

Received: 30 May 2022, Revised: 08 October 2022, Accepted: 19 November 2022

### บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลรายวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 29 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว 3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานที่ใช้คือการทดสอบค่าที กลุ่มประชากรกลุ่มเดียว และการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระจากกัน

ผลการวิจัย 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า หลังสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลรายวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ระดับมาก

คำสำคัญ : บาร์โมเดล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจ แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

### Abstract

This research aimed to 1) compare the mathematics learning achievement of secondary 2 (grade 8) students studying through the learning management of the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model with the criteria of 70 percent, 2) compare the mathematics learning achievement of secondary 2 (grade 8) students before

and after studying through the learning management of the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model, and 3) study the satisfaction of secondary 2 (grade 8) students studying through the learning management of the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model.

The sample group consisted of 29 secondary 2 (grade 8) students who were studying at Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi in the academic year 2021 using purposive sampling. The research instruments were 1) the learning management plans with the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model learning management, 2) the mathematics learning achievement test, and 3) the satisfaction assessment form. The mean, standard deviation, and t-test were the statistical methods used for data analysis.

The research results were as follows: 1) the mathematics learning achievement of Secondary 2 (grade 8) students studying through the learning management of the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model was higher than the set criteria of 70 percent at the statistical significance level of .05, 2) the mathematics learning achievement of secondary 2 (grade 8) students after studying through the learning management of the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model was higher than the before at the statistical significance level of .05, and 3) satisfaction of secondary 2 (Grade 8) students studying through the learning management of the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model was at a high level.

**Keywords :** Bar Model, Learning Management, Satisfaction, Concrete-Pictorial-Abstract Concept

## บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญซึ่งเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต ลักษณะของวิชาคือเป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ซึ่งนำไปสู่การให้เหตุผลจนเกิดเป็นการสร้างทฤษฎีต่าง ๆ อีกทั้งฝึกให้ผู้เรียนมีการคิดการเข้าใจตลอดถึงการพิจารณาอย่างมีเหตุและผล จนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทางด้านความคิดของมนุษย์ให้มีความละเอียดถี่ถ้วน มีระบบระเบียบแบบแผนรวมถึงความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ คาดการณ์ตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ [1] อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ผู้เรียนจะต้องสามารถประยุกต์ความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา จนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนในการนำไปต่อยอดตลอดจนถึงการประกอบอาชีพในอนาคต [2] และด้วยเหตุดังกล่าวกระทรวงศึกษาธิการจึงได้มีการบรรจุวิชาคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และในปีพุทธศักราช 2560 ได้ประกาศใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัยทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้า โดยคำนึงถึงการสร้างเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพหลังจบการศึกษาหรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ โดยปรับปรุงเนื้อหาของหลักสูตรให้มีความเป็นสากล ปรับเปลี่ยนมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดให้มีความชัดเจน ลดความซ้ำซ้อน เชื่อมโยงและสอดคล้องกันภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้และระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ตลอดจนเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน จัดเรียงเนื้อหาโดยลำดับความยากง่ายในแต่ละระดับชั้น ตามพัฒนาการของผู้เรียน มีการเชื่อมโยงให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดและสามารถนำไปใช้ได้จริง [2]

อย่างไรก็ตามผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังประสบปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังรายงานของสำนักงานเลขาธิการ สภาการศึกษาที่ได้ศึกษาคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศ ยังไม่บรรลุเป้าหมาย เนื่องจากในการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนยังไม่สามารถใช้ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะการคิดพื้นฐาน การสังเคราะห์ ไปใช้ในการบูรณาการได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างแท้จริง สอดคล้องกับผลการประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในระดับชาติ (National Testing: NT) ในหลายปีที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนมีความสามารถทางด้านการคำนวณซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ ค่อนข้างต่ำกว่าร้อยละ 50 และต่ำกว่าในทุก ๆ ด้านที่มีการจัดทดสอบ เช่นเดียวกับ

การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test) ที่ชี้ให้เห็นว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำ [3] ในทิศทางเดียวกันผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานในปี 2563 ของโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยแต่ละสาระดังนี้ สาระบูรณาการค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 20.1 สาระจำนวนและพีชคณิตค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18.18 สาระการวัดและเรขาคณิตค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30 และสาระสถิติและความน่าจะเป็นค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 33.33 เมื่อเทียบกับสังกัดกระทรวงอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรมที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 24.00 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่น้อยกว่าสังกัด ภาค และประเทศ [4] ทั้งนี้เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาค่อนข้างยาก และเป็นนามธรรมจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้องพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ [5] ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรเน้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจลงมือปฏิบัติ มีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยครูจะต้องเป็นผู้จัดกิจกรรมอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียน อาศัยสื่อที่มีความเป็นรูปธรรม เน้นการปฏิบัติจริง รวมถึงเป็นผู้กระตุ้นและชี้แนะแนวทางให้กับผู้เรียน [1]

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract นี้เป็นแนวคิดหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ Ministry of Education (2012: 103-104 อ้างถึงใน Hoong, Kin & Pien, 2015 [6]) มีแนวความคิดเริ่มต้นด้วยประสบการณ์จากการกระทำที่เกิดขึ้น ซึ่งต่อมาประสบการณ์ที่ก่อตัวขึ้นจะได้รับการแปลผลเป็นภาพเรียกว่า สัญลักษณ์ โดยประสบการณ์และสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องจะถูกสร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงกันจากเนื้อหาที่เป็นนามธรรม จนกลายเป็นตัวแทนที่ถูกเชื่อมเข้ากับโครงสร้างส่วนรวม Bruner and Kenney (1965: 104 อ้างถึงใน Hui, Hoe, & Lee, 2017) [7] นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมซึ่งเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม และแก้ปัญหาโดยใช้สัญลักษณ์นามธรรม ซึ่งนักเรียนจะได้สำรวจพร้อมทั้งเรียนรู้และใช้ความรู้ [5] การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นแนะนำขยายความ ขั้นสร้างความคุ้นเคย ขั้นการจำแนกความรู้ และขั้นแนวคิดรูปธรรม [7] โดยเป็นการเรียนรู้จากสิ่งของที่เป็นรูปธรรม ผ่านภาพ และแก้ปัญหาโดยใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ดังนั้นการนำสื่อหรือวัสดุที่เป็นรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งบาร์โมเดลเป็นเครื่องมือที่ทำให้ผู้เรียนมองเห็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น ดัง BanHar Yeap [8] กล่าวว่าบาร์โมเดล เป็นวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ใช้การวาดรูปแบบจำลองสี่เหลี่ยมผืนผ้าในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และเป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ซึ่งจำเป็นสำหรับความเข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และจับต้องได้ เหมาะกับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมอย่างมาก [9] จากสภาพการณ์และเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากนามธรรมเป็นรูปธรรม โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น ในเรื่องพหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปร เหตุมาจากเป็นเรื่องที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมสูง

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์

## สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หลังสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล
3. ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลธัญบุรีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ระดับมาก

## ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 85 คน กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง
2. ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล และตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ทั้งหมดจำนวน 10 ชั่วโมง
4. ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัยใช้ระยะเวลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

## เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แผนการจัดการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว จำนวน 5 แผน รวม 10 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี แบบปรนัย มีลักษณะ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ 1 ฉบับ
3. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์

## วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design) ได้ดำเนินการตามแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest - Posttest Design) มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ติดต่อขอรับหนังสือราชการจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เพื่อขอความอนุเคราะห์และความร่วมมือจากผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง
2. นำหนังสือราชการไปติดต่อขออนุญาตและขอความร่วมมือจากผู้บริหารโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขออนุญาตดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

5. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์โดยครูชี้แจงนักเรียนให้นักเรียนเข้าใจถึงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวรายวิชาคณิตศาสตร์ และดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนที่จัดเตรียมเอาไว้

6. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

7. ทำการประเมินความพึงพอใจ

8. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการทดสอบค่าที่ กลุ่มประชากรกลุ่มเดียว (t-test for One Sample)

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล โดยการทดสอบค่าที่ แบบไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for Dependent Samples)

3. การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลโดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วแปลผลระดับความพึงพอใจ

### ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่า ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 70	( $\bar{X}$ )	S.D.	t	df	Sig
ผลสัมฤทธิ์	15	76.09	11.41	1.476	3.33*	28	0.000

\* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เท่ากับ 11.41 คะแนน ( $\bar{x}$ )= 11.41) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ70 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เสนอในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

การทดสอบ	n	( $\bar{X}$ )	S.D.	t	df	Sig
ก่อนการสอน	29	5.72	3.02	11.52*	28	000.0
หลังการสอน		11.41	1.48			

\* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 5.72 คะแนน ( $\bar{X}$  = 5.72, S.D. = 3.02) และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 11.41 คะแนน ( $\bar{X}$  = 11.41, S.D. = 1.48) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสองครั้ง โดยการทดสอบค่าที่ ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (t-test dependent group) พบว่า คะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์เสนอในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ผลความพึงพอใจ
<b>ด้านบรรยากาศการเรียนรู้</b>			
1. นักเรียนชอบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล	4.14	0.79	มาก
2. นักเรียนมีการร่วมแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน	4.07	0.80	มาก
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.10</b>	<b>0.79</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล</b>			
3. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเป็นไปตามขั้นตอนจากง่ายไปยากทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4.45	0.57	มาก
4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น	4.55	0.51	มากที่สุด
5. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลทำให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน	4.72	0.53	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.57</b>	<b>0.54</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านสื่อการเรียนรู้</b>			
6. สื่อการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.41	0.73	มาก
7. สามารถจูงใจให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียนมากขึ้น	4.45	0.83	มาก
8. สื่อสนับสนุนการเรียนการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.79	0.41	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.55</b>	<b>0.69</b>	<b>มากที่สุด</b>

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ผลความพึงพอใจ
<b>ด้านครูผู้สอน</b>			
9. ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการความสะดวกและให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนมีปัญหาครูผู้สอนได้ใกล้ชิดขึ้น	4.52	0.63	มากที่สุด
10. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและปฏิบัติด้วยตนเอง	4.03	0.82	มาก
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.28</b>	<b>0.77</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้</b>			
11. วิธีการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	4.28	0.80	มาก
12. เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน เหมาะสมและยุติธรรม	4.17	0.80	มาก
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.22</b>	<b>0.80</b>	<b>มาก</b>
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.38</b>	<b>0.73</b>	<b>มาก</b>

ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ภาพรวม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 คะแนน ( $\bar{X} = 4.38$ , S.D. = 0.73) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ( $\bar{X} = 4.57$ , S.D. = 0.54) และด้านสื่อการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.55$ , S.D. = 0.69) อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านอื่น ๆ อยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านครูผู้สอน ( $\bar{X} = 4.28$ , S.D. = 0.77) ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.22$ , S.D. = 0.80) ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.10$ , S.D. = 0.79) ตามลำดับ

## อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล Ministry of Education (2012: 103-104 อ้างถึงใน Hoong, Kin, & Pien, 2015 [6]) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถมององค์ความรู้จากเป็นนามธรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยมีการใช้สื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหา ซึ่งมีครูคอยเป็นผู้สนับสนุนและให้คำแนะนำ ดัง Bruner, & Kenney (1965: 104 อ้างถึงใน Hui, Hoe, & Lee, 2017) [7] กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract มีแนวความคิดเริ่มต้นจากประสบการณ์ที่เกิดจากกระทำ ซึ่งประสบการณ์จะแปลเป็นภาพที่เรียกว่า สัญลักษณ์ โดยประสบการณ์และสัญลักษณ์จะถูกสร้างขึ้นเป็นการเชื่อมโยงกันของเนื้อหาที่เป็นนามธรรม และเป็นตัวแทนที่เชื่อมเข้ากับโครงสร้างในส่วนรวม นอกจากนี้การนำบาร์โมเดลมาใช้เป็นเครื่องมือจะเป็นการใช้วิธีการวาดแบบจำลอง และใช้การนึกภาพได้ ซึ่งเหมาะกับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมอย่างมาก [9] ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องพหุนามและการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองตัวแปรสูงกว่าเกณฑ์

2. จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เรื่องพหุนามและการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หลังสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เป็นอาจเป็นเพราะว่ารายวิชาคณิตศาสตร์เป็นรายวิชาที่เป็นนามธรรมที่ ดังนั้นครูจะต้องมีการจัดการเรียนรู้ ในเนื้อที่ค่อนข้างยากและเป็น

นามธรรมให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น [10] ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract เป็นการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยการใช้สื่อในการจัดการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและเชื่อมโยงภาพเข้ากับเนื้อหาที่เป็นนามธรรม เมื่อนำบาร์โมเดลมาใช้ประกอบกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract จึงทำให้ผู้เรียนเข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และจับต้องสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้แบบจำลองบาร์โมเดล เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลหรือเนื้อหาที่เป็นนามธรรม [9] ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลจึงทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาได้เป็นอย่างดีทำให้เนื้อหาง่ายขึ้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

3. จากผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์เรื่องพหุนามและการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองตัวแปร อยู่ระดับมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลขึ้นโดยการศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และแนวคิด ที่เกี่ยวข้องนำมาประยุกต์ใช้ มีการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตร สถานศึกษาโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับหลักสูตรแกนกลางและผู้เรียน โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ Concrete-Pictorial-Abstract ของ Hui, Hoe, & Lee [7] ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้น ได้แก่ 1. แนะนำขยายความ 2. สร้างความคุ้นเคย 3. การจำแนกความรู้ 4. แนวคิดรูปธรรมร่วมกับบาร์โมเดล ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรมและเข้าใจง่ายขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Purwadi, Sudiarta & Suparta [11] กล่าวว่าการเรียนรู้โดยการใช้วัตถุที่เป็นรูปธรรมทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากขึ้น จึงทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ครูผู้สอนควรยกตัวอย่างโจทย์ตั้งแต่อง่ายไปยาก และหลากหลายเพื่อให้นักเรียนมองเห็นองค์ความรู้ได้อย่างชัดเจน และสามารถแปลงความรู้จากนามธรรมที่ง่ายจนไปถึงนามธรรมที่ซับซ้อนจนนำไปสู่เป็นความรู้ที่เป็นรูปธรรมได้

#### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเพื่อพัฒนาทักษะและศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น การแก้ปัญหา การเชื่อมโยง เป็นต้น

2.2 ควรมีการวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลในเนื้อหาอื่น ๆ

### เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2553.
- [2] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยุคเซ็น; 2555.
- [3] กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2560.
- [4] กลุ่มบริหารวิชาการโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. หลักสูตรโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พุทธศักราช 2555 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558). ปทุมธานี: โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี; 2563.
- [5] เพชรชนก จันทร์หอม. การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete - Pictorial - Abstract (C-P-A) เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต]. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2562.



- [6] Leong, Y. H., Ho, W. K., & Cheng, L. P. Concrete-Pictorial-Abstract: Surveying its origins and charting its future. *The Mathematics Educator*. [Internet]. 2016 [cited 2021 November 22]. Available from: [http://math.nie.edu.sg/ame/matheduc/tme/tmeV16\\_1/TME16\\_1.pdf](http://math.nie.edu.sg/ame/matheduc/tme/tmeV16_1/TME16_1.pdf).
- [7] Chang, S. H., Lee, N. H., & Koay P. L. Teaching and learning with concrete-pictorial-abstract sequence: A proposed model. *The Mathematics Educator* 2017; 1:1-28.
- [8] BanHar, Yeap et al. Using a Model Approach to Enhance Algebraic Thinking in the Elementary School Mathematics Classroom. *Algebra and algebraic thinking in school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics, Reston Virginia, USA ; 2008
- [9] Cheong, Yan kow. The model method in Singapore. [Internet]. 2009. [cited 2021 May 20]. Available from <http://math.nie.edu.sg/>.pdf
- [10] Wilson, James, W. "Evaluation of learning in secondary school mathematics" *Hanbook on formative and summative of student learning*. Edited by Benjamin S Bloom. New York: McGraw-Hill; 1973.
- [11] Purwadi, I M. A., Sudiarta, I G. P., & Suparta, I N. The Effect of Concrete-Pictorial-Abstract Strategy toward Students' Mathematical Conceptual Understanding and Mathematical Representation on Fractions. *International Journal of Instruction* 2019; 1:1113-1126.