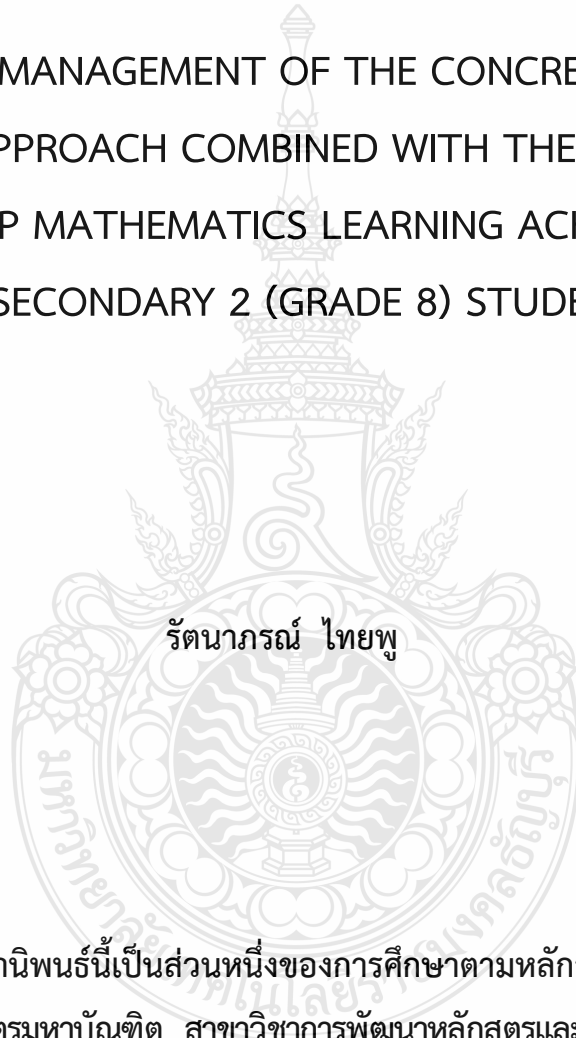


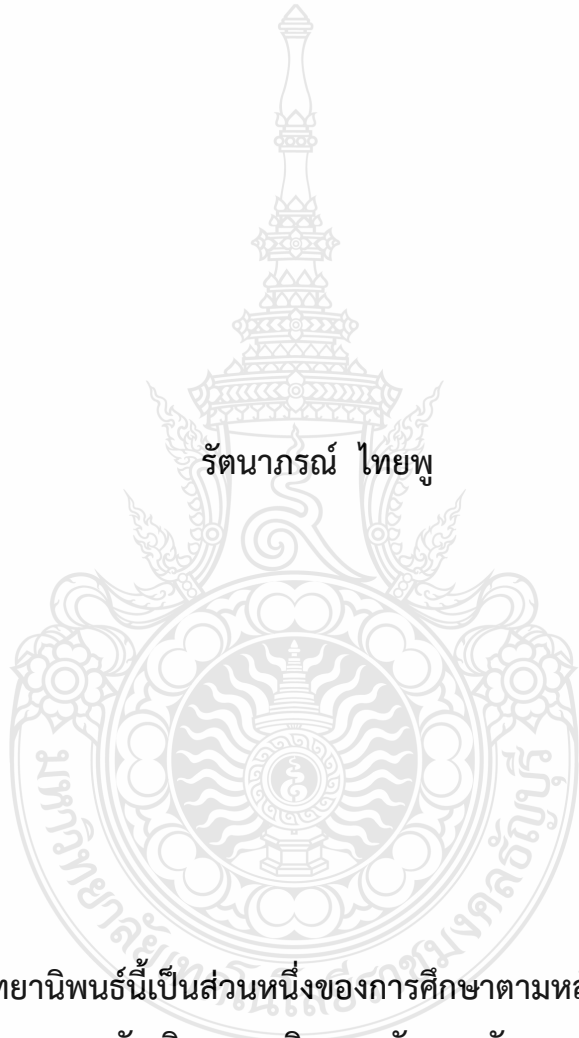
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CONCRETE-PICTORIAL-ABSTRACT
ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

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



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CONCRETE-PICTORIAL-ABSTRACT
ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

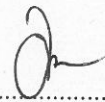


รัตนารณ์ ไทยพู

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการค้นคว้าและวิจัย ขณะที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนั้น งานวิจัยในวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และข้อความต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอรับรองว่าไม่มีการคัดลอกหรือนำงานวิจัยของผู้อื่นมานำเสนอในชื่อของข้าพเจ้า

This thesis consists of research materials conducted at Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi and hence the copyright owner. I hereby certify that the thesis does not contain any forms of plagiarism.



(..นางสาวรัตนารักษ์ ไทยพู่..)

COPYRIGHT © 2021
FACULTY OF TECHNICAL EDUCATIONAL
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI


ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2564
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี




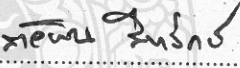
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับ
บาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
The Learning Management of the Concrete-Pictorial-Abstract
Approach Combined with the Bar Model to Develop Mathematics
Learning Achievement for Secondary 2 (Grade 8) Students

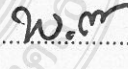
ชื่อ - นามสกุล นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพู
สาขาวิชา การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์รสริน เจริมไธสง, ค.ด.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์พรภริมย์ หลงทรัพย์, ปร.ด.
ปีการศึกษา 2564

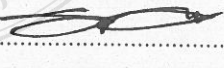
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์สมชัย ศรีนोक, พธ.ด.)

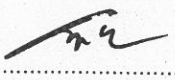

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุทธิพร บุญส่ง, ศษ.ด.)


..... กรรมการ
(อาจารย์สายพิน สีหรัักษ์, ค.ด.)


..... กรรมการ
(อาจารย์พรภริมย์ หลงทรัพย์, ปร.ด.)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รสริน เจริมไธสง, ค.ด.)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


..... คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล, ค.อ.ม.)

วันที่...29...เดือน...มิถุนายน...พ.ศ. 2565...

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับ บาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ชื่อ - นามสกุล	นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพู
สาขาวิชา	การพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สริน เจริญไชย, ค.ด.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์พรภิรมย์ หลงทรัพย์, ป.ด.
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับ บาร์โมเดล กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 29 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล สูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ระดับมาก

คำสำคัญ : บาร์โมเดล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจ

Thesis Title	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
Name – Surname	Miss Rattanaorn Thaiphoo
Program	Curriculum Development and Instructional Innovation
Thesis Advisor	Assistant Professor Rossarin Jermtaisong, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Mr. Pornpirom Lhongsap, Ph.D.
Academic Year	2021

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 against the 70% criterion, 2) compare the Mathematics learning achievements of the students before and after studying through the learning management of the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model, and 3) study the students' satisfaction towards Mathematics learning management of the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model.

The sample group, obtained by purposive sampling, consisted of 29 Secondary 2 students who were studying at the Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi in the academic year 2021. The research instruments included: 1) lesson plans of the learning management of the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model, 2) a Mathematics achievement test, and 3) a satisfaction assessment form. The mean, standard deviation, and t-test were statistics used for data analysis.

The research results were as follows: 1) the Mathematics learning achievement of Secondary 2 students studying through the learning management of the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model was higher than the set criterion of 70% at the statistical significance level of .05, 2) the students' Mathematics learning achievement after studying through the learning management of the Concrete-Pictorial-Abstract approach combined with the bar model was higher than that before the learning management at the statistical significance level of .05, and 3) the students' satisfaction toward the Mathematic learning management of the Concrete-Pictorial-Abstraction was at a high level.

Keywords: bar model, learning management, satisfaction

กิตติกรรมประกาศ

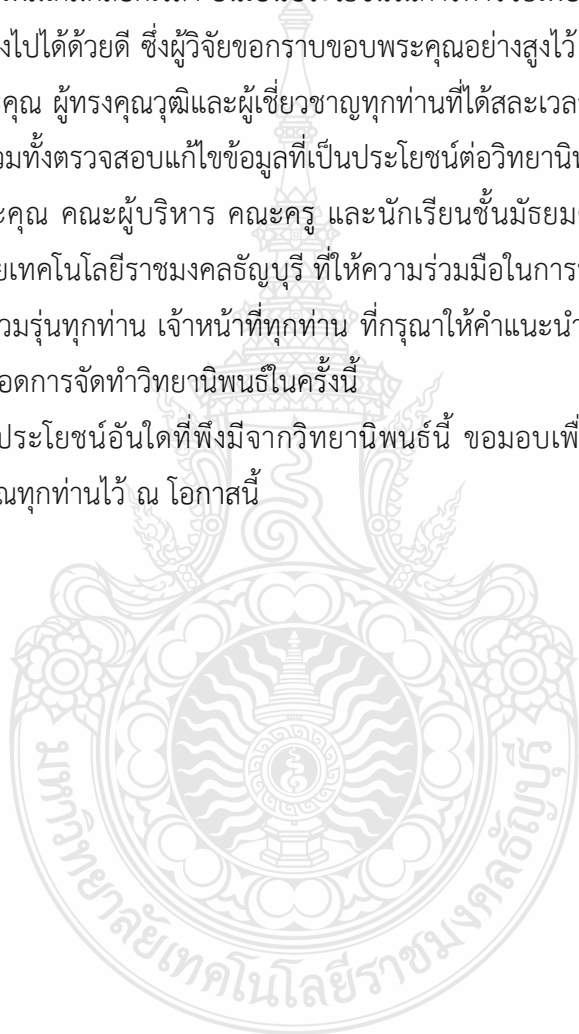
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงของท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รสริน เจริมไธสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.พรภริมย์ หลงทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งกรุณาให้ความช่วยเหลือในการศึกษาวิจัย ให้คำแนะนำประเด็นต่างๆ และชี้แนวทางในการแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมตลอดเวลา อันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความ สมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้สละเวลาพิจารณาเครื่องมือที่ใช้วิจัย และให้ข้อเสนอแนะ รวมทั้งตรวจสอบแก้ไขข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คณะผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต นวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือที่ใช้วิจัย และขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นทุกท่าน เจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการติดต่อ ประสานงานอย่างดีตลอดการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันใดที่พึงมีจากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบเพื่อบูชาพระคุณบิดา มารดา อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้

รัตนภรณ์ ไทยพู



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(9)
สารบัญภาพ.....	(10)
บทที่ 1 บทนำ.....	11
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	11
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	13
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	13
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	14
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	15
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	16
1.7 ประโยชน์ของการวิจัย.....	16
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560.....	18
2.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract.....	22
2.3 บาร์โมเดล.....	28
2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	29
2.5 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้.....	34
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	41
3.1 ประเภทและแบบแผนการทดลอง.....	41
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	42
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	42
3.4 เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	43
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
ตอนที่ 1 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	54
ตอนที่ 2 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล.....	55
ตอนที่ 3 ผลความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์.....	56
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	58
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	58
5.2 การอภิปรายผล.....	59
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	61
บรรณานุกรม.....	63
ภาคผนวก.....	67
ภาคผนวก ก.....	68
- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย.....	69
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	70
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	75
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล.....	98
ภาคผนวก ง ผลการประเมินความสอดคล้อง IOC.....	109

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก จ.....	132
- ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับ บาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	133
- คะแนนแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล.....	135
ประวัติผู้เขียน.....	137



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในมาตรฐาน ค 1.2.....	21
ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract.....	25
ตารางที่ 2.3 บทบาทของครูและเป้าหมายในการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract.....	26
ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design.....	41
ตารางที่ 3.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract.....	44
ตารางที่ 3.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล.....	44
ตารางที่ 4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับ ร่วมกับบาร์โมเดล.....	54
ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	54
ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและ หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับ บาร์โมเดล.....	55
ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial- Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล.....	56

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....

หน้า

16



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญซึ่งเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต ลักษณะของวิชา คือ เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอด ซึ่งนำไปสู่การให้เหตุผลจนเกิดเป็นการสร้างทฤษฎีต่างๆ อีกทั้งฝึกให้ผู้เรียนมีการคิดการเข้าใจตลอดถึงการพิจารณาอย่างมีเหตุและผล จนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทางด้านความคิดของมนุษย์ให้มีความละเอียดถี่ถ้วน มีระบบระเบียบแบบแผน รวมถึงความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ คาดการณ์ตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553, น.1-5) อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ผู้เรียนจะต้องสามารถประยุกต์ความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา จนสามารถใช้ความรู้ที่เรียนในการนำไปต่อยอดตลอดจนถึงการประกอบอาชีพในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น.7)

ด้วยเหตุดังกล่าว กระทรวงศึกษาธิการจึงได้มีการบรรจุวิชาคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และในปีพุทธศักราช 2560 ได้ประกาศใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัยทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้า โดยคำนึงถึงการสร้างเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้ในสิ่งต่างๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพหลังจบการศึกษาหรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ โดยปรับปรุงเนื้อหาของหลักสูตรให้มีความเป็นสากล ได้ปรับเปลี่ยนมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดให้มีความชัดเจน ลดความซ้ำซ้อน เชื่อมโยงและสอดคล้องกันภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้และระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ตลอดจนเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน จัดเรียงเนื้อหาโดยลำดับความยากง่ายในแต่ละระดับชั้นตามพัฒนาการของผู้เรียน มีการเชื่อมโยงให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดและสามารถนำไปใช้ได้จริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.4)

อย่างไรก็ตามผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังประสบปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังรายงานของ สำนักงานเลขาธิการ สภาการศึกษาที่ได้ศึกษาคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศ ยังไม่บรรลุเป้าหมาย เนื่องจากในการจัดการเรียนการสอน

ผู้เรียนยังไม่สามารถใช้ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะการคิดพื้นฐาน การสังเคราะห์ ไปใช้ในการบูรณาการได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างแท้จริง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น.จ) สอดคล้องกับผลการประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในระดับชาติ (National Testing: NT) ในหลายปีที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนมีความสามารถทางด้านการคำนวณซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ ค่อนข้างต่ำกว่าร้อยละ 50 และต่ำกว่าในทุกๆ ด้านที่มีการจัดทดสอบ เช่นเดียวกับการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) ที่ชี้ให้เห็นว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.4) ในทิศทางเดียวกันผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในปี 2563 ของโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยแต่ละสาระ ดังนี้ สาระบูรณาการค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 20.1 สาระจำนวนและพีชคณิต ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18.18 สาระการวัดและเรขาคณิต ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 30 และสาระสถิติและความน่าจะเป็นค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 33.33 เมื่อเทียบกับสังกัดกระทรวง อุดมศึกษาวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรมที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 24.00 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่น้อยกว่าสังกัด ภาคและประเทศ (กลุ่มบริหารวิชาการ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มทร.ธัญบุรี, 2563, น.50) ทั้งนี้เนื่องจาก วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาค่อนข้างยาก และเป็นนามธรรมจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้องพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ (เพชรชนก จันทร์หอม, 2562, น.5) ดังนั้น การจัดการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ควรเน้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจลงมือปฏิบัติ มีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยครูจะต้อง เป็นผู้จัดกิจกรรมอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียน อาศัยสื่อที่มีความเป็นรูปธรรม เน้นการปฏิบัติจริง รวมถึง เป็นผู้กระตุ้นและชี้แนะแนวทางให้กับผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553, น.5)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract นี้เป็นแนวคิดหนึ่งที่เหมาะสม สำหรับการจัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ministry of Education, 2012 as cited in Hoong, Kin & Pien, 2015) มีแนวความคิดเริ่มต้นด้วย ประสบการณ์จากในการกระทำที่เกิดขึ้น ซึ่งต่อมาประสบการณ์ที่ก่อตัวขึ้นจะได้รับการแปลผลเป็นภาพ เรียกว่า สัญลักษณ์ โดยประสบการณ์และสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องจะถูกสร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงกันจากเนื้อหา ที่เป็นนามธรรม จนกลายเป็นตัวแทนที่ถูกเชื่อมเข้ากับโครงสร้างส่วนรวม (Bruner and Kenney, 1965 as cited in Hui, Hoe, & Lee, 2017) นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมซึ่งเรียนรู้จากสิ่งที่เป็น รูปธรรม และแก้ปัญหาโดยใช้สัญลักษณ์นามธรรม ซึ่งนักเรียนจะได้สำรวจพร้อมทั้งเรียนรู้และใช้ความรู้ (เพชรชนก จันทร์หอม, 2562, น.17) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นแนะนำขยายความ ขั้นสร้างความคุ้นเคย ขั้นการจำแนกความรู้ และ

ชั้นแนวคิดรูปธรรม (Hui, Hoe, & Lee, 2017, p.28) โดยเป็นการเรียนรู้จากสิ่งของที่เป็นรูปธรรมผ่านภาพ และแก้ปัญหาโดยใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม ดังนั้น การนำสื่อหรือวัสดุที่เป็นรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งบาร์โมเดลเป็นเครื่องมือที่ทำให้ผู้เรียนมองเห็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น ดัง BanHar and Yeap (2008, p.198) กล่าวว่า บาร์โมเดลเป็นวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ใช้การวาดรูปแบบจำลองสี่เหลี่ยมผืนผ้าในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และเป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ซึ่งจำเป็นสำหรับความเข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และจับต้องได้ เหมาะกับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมอย่างมาก (Cheong, 2009, p.47) จากสภาพการณ์และเหตุผลดังกล่าวข้างต้น การเรียนคณิตศาสตร์บางเนื้อหาค่อนข้างเป็นนามธรรม จึงควรมีการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาง่ายขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากนามธรรมเป็นรูปธรรม โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อพัฒนาและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หลังสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

1.3.3 ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ระดับมาก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังต่อไปนี้

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 85 คน

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1) ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

2) ตัวแปรตาม ได้แก่

(2.1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์

(2.2) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

1.4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ทั้งหมด จำนวน 10 ชั่วโมง

1.4.4 ขอบเขตด้านเวลา ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัยใช้ระยะเวลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract หมายถึง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยการใช้สื่อในการจัดการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและเชื่อมโยงภาพเข้ากับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมอย่างสมบูรณ์ มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) แนะนำขยายความ 2) สร้างความคุ้นเคย 3) การจำแนกความรู้ และ 4) แนวคิดรูปธรรม

1.5.2 บาร์โมเดล หมายถึง เป็นวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ใช้การวาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามาช่วย ทำให้ผู้เรียนหาคำตอบได้ง่ายและมองเห็นเนื้อหาเป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งใช้เทคนิคบาร์โมเดลแบบจำลองแบบแสดงการเปลี่ยนแปลง

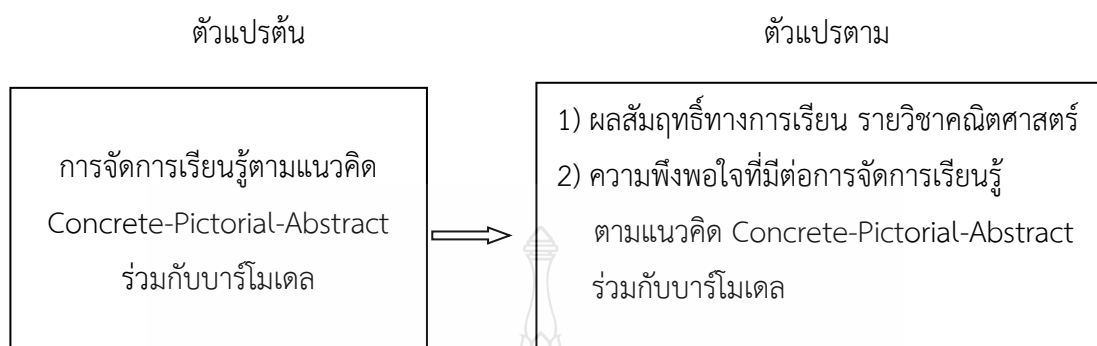
1.5.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่อาศัยการใช้สื่อในการจัดการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและเชื่อมโยงภาพเข้ากับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมอย่างสมบูรณ์ โดยมีการนำบาร์โมเดลแบบจำลองแบบแสดงการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นการนำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามาช่วยทำให้กับผู้เรียนสามารถดำเนินการการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ง่าย และมองเห็นเนื้อหาเป็นรูปธรรมมากขึ้น มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) แนะนำขยายความ 2) สร้างความคุ้นเคยโดยใช้บาร์โมเดล 3) การจำแนกความรู้โดยให้ผู้เรียนใช้บาร์โมเดลในการหาคำตอบ และ 4) แนวคิดรูปธรรม

1.5.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนการสอนในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ซึ่งเกิดจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล โดยวัดจากคะแนนในการทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์

1.5.5 ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล โดยจะเกิดความรู้สึกที่ดี ชอบ พอใจ หรือมีทัศนคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลทำให้มีความสุข และภูมิใจในสิ่งที่ทำ

1.5.6 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หมายถึง นักเรียนโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาลัยเทคโนโลยีราชมงคณัฐบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 29 คน

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

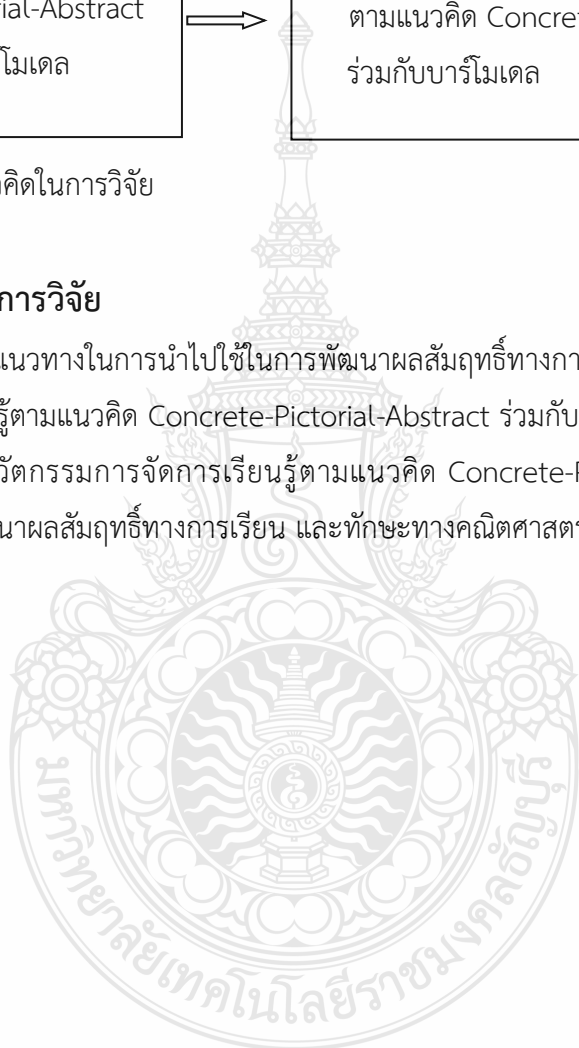


ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.7 ประโยชน์ของการวิจัย

1.7.1 เป็นแนวทางในการนำไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

1.7.2 ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล สำหรับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัย ได้ศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางการวิจัย ตามลำดับดังนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560

2.1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

2.1.2 คุณภาพของนักเรียน

2.1.3 สารระการการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.4 ตัวชี้วัดและสารระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้อง

2.1.5 หลักสูตรสถานศึกษารายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

2.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

2.2.1 แนวคิดและความสำคัญของ Concrete-Pictorial-Abstract

2.2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

2.2.3 บทบาทของครูและเป้าหมายในการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด

Concrete-Pictorial-Abstract

2.2.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

2.3 บาร์โมเดล

2.3.1 ความหมายของบาร์โมเดล

2.3.2 ประเภทของบาร์โมเดล

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.4.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.3 หลักในการสร้างแบบทดสอบ

2.5 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560

2.1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

ความสำคัญในวิชาคณิตศาสตร์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น.56) ได้ระบุไว้ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนามนุษย์ ทำให้มนุษย์มีการตัดสินใจ แก้ปัญหา คิดอย่างเหตุผล มีระบบแบบแผน และคาดการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ อีกทั้งยังช่วยในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม รวมไปถึงมีความสัมพันธ์และเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ เนื่องจากในปัจจุบันโลกมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วและต้องการพิสูจน์ข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นโดยอาศัย เหตุและผล จึงทำให้การศึกษาคณิตศาสตร์ต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ตามหลักสูตรแกนกลางหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ได้คำนึงถึงทักษะที่ควรเกิดขึ้นกับนักเรียนสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ การเตรียมนักเรียนให้มีทักษะทางด้าน การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทันในการเปลี่ยนแปลง ของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม และสามารถแข่งขันกับประชาคมโลกได้ รวมไปถึง การเตรียมผู้เรียนเพื่อเลือกประกอบอาชีพของนักเรียนในอนาคตให้มีเหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

2.1.2 คุณภาพของนักเรียน

ตามหลักสูตรแกนกลางหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ได้กำหนดคุณภาพของของผู้เรียนที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจในทักษะทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังนั้น จึงขอกกล่าวถึงคุณภาพของผู้เรียนที่จะจบการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามตามหลักสูตรแกนกลางหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ไว้ดังนี้

1) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- 3) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 4) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 5) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 6) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 7) มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรงรวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่นๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 8) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 9) ความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 10) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 11) มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 12) มีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 13) มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 14) มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในการชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม
- 15) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็น และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.3 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น โดยผู้เรียนจะได้เรียนรู้ สาระสำคัญดังนี้

จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูปความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเน เกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติรูปเรขาคณิต และสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติการนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจ

2.1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้อง

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน

การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในมาตรฐาน ค 1.2

ตัวชี้วัด	เนื้อหา
1. เข้าใจหลักการการดำเนินการของพหุนาม และใช้พหุนามในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	พหุนาม - พหุนาม - การบวก การลบ และการคูณของพหุนาม - การหารพหุนามด้วยเอกนามที่มีผลหารเป็นพหุนาม
2. เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	การแยกตัวประกอบของพหุนาม - การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองโดยใช้ 1. สมบัติการแจกแจง 2. กำลังสองสมบูรณ์ 3. ผลต่างของกำลังสอง

2.1.5 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้เริ่มจัดการศึกษาตามหลักสูตรสถานศึกษามาตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 และในปี พ.ศ. 2558 ได้มีการปรับปรุงหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558) มีการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายที่มุ่งผลิตผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และภาษา โดยเน้นการปฏิบัติ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการภายใต้สภาพแวดล้อม บริบทของโรงเรียนและชุมชน โดยการใช้ทักษะกระบวนการเรียนรู้จากการปฏิบัติและประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการศึกษา และมุ่งให้ผู้เรียนเป็นนักคิด นักปฏิบัติ โดยอยู่บนพื้นฐานด้านคุณธรรมและจริยธรรม (งานฝ่ายวิชาการ, 2558, น.2) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 1 รายวิชา จำนวน 1.5 หน่วยกิต เวลาเรียน 60 ชั่วโมง โดยมีคำอธิบายรายวิชาไว้ ดังนี้

ศึกษา วิเคราะห์ อธิบาย ฝึกทักษะการแก้ปัญหาในสาระต่อไปนี้ สถิติ การนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ แผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม และค่ากลางของข้อมูล การแปลความหมายผลลัพธ์ การนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง ความเท่ากันทุกประการแบบ ด้าน-มุม-ด้านมุม-ด้าน-มุม ด้าน-ด้าน-ด้าน มุม-มุม-ด้าน ฉาก-ด้าน-ด้าน เส้นขนาน การให้เหตุผลทางเรขาคณิต และพหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง เป็นต้น

โดยใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่นๆ

เพื่อให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (งานฝ่ายวิชาการ, 2558, น.35)

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีจุดมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านความรู้ การให้เหตุผล การแก้ปัญหา การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract เป็นการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ที่เพิ่มประสิทธิภาพให้ผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถเข้าใจเรื่องที่เป็นนามธรรมจากการใช้รูปภาพในการช่วยวิเคราะห์โจทย์ต่างๆ เป็นการริเริ่มในการจัดการเรียนการสอนของประเทศสิงคโปร์

2.2.1 แนวคิดและความสำคัญของ Concrete-Pictorial-Abstract

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract เป็นการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศสิงคโปร์ มีแนวคิดมาจาก enactive-iconic-symbolic ของ Bruner ตั้งแต่ทศวรรษที่ 1980 การจัดการเรียนการสอนนี้ได้รับการสนับสนุนโดยกระทรวงศึกษาธิการในประเทศสิงคโปร์ ซึ่งเอกสารหลักสูตรฉบับล่าสุดที่ถูกนำไปใช้ในปี ค.ศ. 2013 ได้กล่าวไว้ว่า โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract นี้เหมาะสำหรับการสร้างทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นวิธีการสอนที่ช่วยเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน สามารถมององค์ความรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์จากเป็นนามธรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยใช้มีการใช้สื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่ผู้เรียนจะได้รับ ซึ่งมีครูคอยเป็นผู้สนับสนุนและให้คำแนะนำ (Ministry of Education, 2012, as cited in Hoong, Kin & Pien, 2015)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract มีแนวความคิดเริ่มต้นด้วยประสบการณ์จากการกระทำที่เกิดขึ้น ซึ่งต่อมาประสบการณ์ที่ก่อตัวขึ้นจะได้รับการแปลผลเป็นภาพเรียกว่า สัญลักษณ์โดยประสบการณ์และสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้อง จะถูกสร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงกันจาก

เนื้อหาที่เป็นนามธรรมจนกลายเป็นเป็นตัวแทนที่ถูกเชื่อมเข้ากับโครงสร้างส่วนรวม (Bruner & Kenney 1965, as cited in Hui, Hoe & Lee, 2017)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract เป็นแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ซึ่งเรียนรู้จากสิ่งของที่เป็นรูปธรรม จากนั้นเรียนรู้ผ่านภาพแทน และจบลงด้วยการแก้ปัญหาโดยใช้ สัญลักษณ์นามธรรม ซึ่งนักเรียนจะได้สำรวจพร้อมทั้งเรียนรู้และใช้ความรู้กับบริบทในชีวิตประจำวัน หรือทรัพยากรอื่นๆ ได้อย่างเหมาะสม (เพชรชนก จันทร์หอม, 2562, น.17)

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract เป็นแนวคิดการริเริ่มในการจัดการเรียนการสอนของประเทศสิงคโปร์ เป็นการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เป็นนามธรรมซึ่งผู้เรียนเข้าใจได้ยาก โดยมีการนำเนื้อหาเชื่อมโยงกับภาพหรือสัญลักษณ์ จนผู้เรียนสามารถมองเห็นเนื้อหาจากนามธรรมเป็นรูปธรรมได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาหรือเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างภาพหรือสัญลักษณ์กับเนื้อหา โดยครูจะกระตุ้นผู้เรียนให้เข้าใจถึงความสำคัญของภาพหรือสัญลักษณ์ที่เป็นตัวแทนของเนื้อหาที่เป็นนามธรรม นักวิชาการได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ดังนี้

Cooper (2005) (as cited in Putri, 2015) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract มี 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้โดยทางกายภาพของวัตถุที่เป็นรูปธรรม

ขั้นตอนที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยการแสดงภาพของวัตถุ

ขั้นตอนที่ 3 การจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม

Sousa (2007) (as cited in Putri, 2015) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract มี 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมควรใช้วัตถุที่สามารถจับต้องได้

ขั้นตอนที่ 2 แสดงรูปภาพ คือ ความสามารถในการสร้าง การอ่าน หรือการตีความแผนภูมิ หรือรูปภาพ

ขั้นตอนที่ 3 ใช้สัญลักษณ์นามธรรม คือ การใช้ตัวแทนสัญลักษณ์ เช่น ตัวเลข หรือ ตัวพยัญชนะ ที่ถูกเขียนหรือถูกแปลความหมายที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา โดยเขียนเป็นแบบจำลอง สัญลักษณ์ของตัวเลข ตัวแปร และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อื่นๆ

Flores (2010) (as cited in Putri, 2015) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 มีการใช้วัตถุเชิงประจักษ์เพื่อสร้างแนวคิด

ขั้นตอนที่ 2 ระดับรูปธรรมกระบวนการเรียนรู้ โดยมีการเลือกใช้วัตถุที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการใช้วัตถุโดยครูเป็นผู้แนะนำ

Hui, Hoe & Lee (2017, p.28) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract มี 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ครูให้คำแนะนำเนื้อหาความรู้และเชื่อมโยงกับกับวัตถุ อธิบายและขยายความเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่องที่จะเรียน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างความคุ้นเคย ครูยกตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรมที่เหมาะสม และนำเสนอตัวอย่างวัตถุที่จับต้องได้เพื่อเสริมสร้างความคุ้นเคยและความเข้าใจในแนวคิดคณิตศาสตร์ของนักเรียน พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 การจำแนกความรู้ ครูให้คำแนะนำพร้อมตั้งคำถาม หรือกระตุ้นผู้เรียนให้คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง เกี่ยวกับตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรม ที่สอดคล้องกัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง

ขั้นตอนที่ 4 แนวคิดรูปธรรม ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอสิ่งที่ได้จากการโดยการใช้วัตถุที่เป็นรูปธรรม รวมไปถึงสัญลักษณ์นามธรรม

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract หมายถึง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยการใช้สื่อในการจัดการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและเชื่อมโยงภาพเข้ากับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมอย่างสมบูรณ์ มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) แนะนำขยายความ 2) สร้างความคุ้นเคย 3) การจำแนกความรู้ และ 4) แนวคิดรูปธรรม

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ CPA	Cooper (2012)	Sousa (2007)	Flores (2010)	Hui, Hoe & Lee (2017)
อธิบายให้เข้าใจเนื้อหาเพื่อเชื่อมโยงวัตถุ				
สร้างความคุ้นเคยกับวัตถุ	-	-	-	✓
แสดงเป็นภาพ	✓	✓	-	✓
เชื่อมโยงภาพกับเนื้อหา	✓	✓	✓	✓

จากการศึกษาและวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ข้างต้น ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ของ (Hui, Hoe & Lee, 2017, p.28) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 แนะนำขยายความ ขั้นตอนที่ 2 สร้างความคุ้นเคย ขั้นตอนที่ 3 การจำแนกความรู้ และ ขั้นตอนที่ 4 แนวคิดรูปธรรม

2.2.3 บทบาทของครูและเป้าหมายในการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ต้องมีการคำนึงถึงเป้าหมายที่จำเป็น รวมถึงครูจะต้องมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นไปตามขั้นตอนเป้าหมายและบทบาทของครูผู้สอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ของแต่ละขั้นตอน (Hui, Hoe & Lee, 2017, p.18) ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 บทบาทของครูและเป้าหมายในการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด

Concrete-Pictorial-Abstract

ขั้นตอน	เป้าหมาย	บทบาทครูผู้สอน
ขั้นที่ 1 แนะนำขยายความ	อธิบายความจำเป็นของเนื้อหาการเกิดประสบการณ์	ให้คำแนะนำอธิบายทีละขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในความเป็นรูปธรรมและให้โอกาสผู้เรียนในการไตร่ตรอง
ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคย	คุ้นเคยกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์และวัตถุที่เป็นตัวแทน	ให้ตัวอย่างที่เหมาะสมทำความคุ้นเคยกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจวัตถุ
ขั้นที่ 3 การจำแนกความรู้	เสริมสร้างการเชื่อมต่อระหว่างองค์ความรู้ และจัดระเบียบโครงสร้างแผนผังทางองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น	ให้คำถามชี้แนะหรือคำแนะนำเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนไตร่ตรองและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์เปรียบเทียบสังเคราะห์ และให้เหตุผล
ขั้นที่ 4 แนวคิดรูปธรรม	แสดงความเข้าใจในการใช้วัตถุและการใช้สัญลักษณ์นามธรรม	จัดให้มีโอกาสในการแสดงความเข้าใจในการใช้วัตถุและการใช้สัญลักษณ์นามธรรมและการประยุกต์ใช้แนวคิดที่เรียนรู้

2.2.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่คล้ายกัน โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาจากที่เป็นนามธรรมให้อยู่ในรูปธรรมมากที่สุดสอดคล้องกับ

Hui, Hoe & Lee (2017, p.20) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract เรื่อง เศษส่วนโดยใช้พิชซ่าของ เบนและเจน เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นพื้นที่ของพิชซ่าที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นพื้นที่สัดส่วนของพิชซ่า โดยเป็นผู้ชี้แนะและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการใช้คำถามพร้อมภาพประกอบเป็นรูปพิชซ่า ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้างบนชิ้นพิชซ่าของเบนและเจน” จากนั้นครูทำการแนะนำแนวทางคำตอบ คือ ชิ้นของพิชซ่าจะมีขนาดที่เท่ากัน พร้อมให้นักเรียนทุกคนช่วยแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความหมายของคำว่า ขนาดที่เท่ากัน จากนั้นครูให้ผู้เรียนสังเกตตัวเลขเศษส่วนจากพิชซ่าที่อยู่บนกระดาน ว่าทั้งสองชิ้นนั้นมีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร และครูต้องเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดแนวคำตอบว่า ทำไมพิชซ่าที่มีขนาดเท่ากันจึงมีเลข

เศษส่วนที่ไม่เท่ากัน และทำการสรุปให้นักเรียนเห็นว่าตัวเลขบนเศษส่วนของทั้ง 2 ชั้นจะไม่เท่ากัน แต่อาจตีค่าออกมาได้นั้นมีความเท่ากัน หรือมีพื้นที่เท่ากัน

เพชรชนก จันทร์หอม (2562, น.145-149) ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ไว้ดังนี้ ครูนำเสนอตัวอย่างสิ่งของที่เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ ได้แก่ ภาพรูปวงกลม ภาพรูปสี่เหลี่ยม ภาพวาด และรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้แก่ ลูกบอล กล่องนม แก้วกรวยตึมน้ำ ครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่าง รูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ ว่ามีความแตกต่างกันแบบใดบ้าง และครูทำการครูยกตัวอย่างโดยใช้แตงกวา และถามนักเรียนว่า หากใช้ระนาบตัดแตงกวาตามแนว การตัดซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 3 แบบ คือ 1) แนวตั้งฉากกับฐาน 2) แนวขนานกับฐาน 3) แนวเฉียงที่ไม่ตั้งฉากและไม่ขนานกับฐาน ครูใช้วัตถุจริงคือ แตงกวาให้นักเรียนลองตัด เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้แนวของหน้าตัดที่เกิดขึ้นในตำแหน่งต่างๆ ให้นักเรียนยกตัวอย่างของวัตถุที่เลือกใช้เพื่อสำรวจหน้าตัดที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งลักษณะของหน้าตัดจะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยอะไรบ้าง และให้นักเรียนร่วมกันนำเสนอแนวคิดของวัตถุกับเนื้อหาว่ามีการเชื่อมโยงกันอย่างไร

รัศมี ศิริกัมพลา และ วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2563, น.160-161) ได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ไว้ว่า การเริ่มต้นกิจกรรมการเรียนรู้ควรเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ผ่านวัตถุที่จับต้องได้ ในที่นี้ใช้ฝาชวดน้ำร่วมกับการเล่นเพื่อทำความเข้าใจความหมายการบวก การลบ การคูณ การหาร ซึ่งช่วยให้กิจกรรมน่าสนใจ รวมถึงการใช้กิจกรรมจำลองปัญหาผ่านประสบการณ์จริงจะช่วยให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน เพราะฝาชวดน้ำเป็นวัตถุสามารถแสดงการนำเข้า นำออก แบ่งออกหรือนับเพิ่มครั้งละเท่ากัน จะช่วยสร้างความเข้าใจและอธิบายความหมายการบวก การลบ การคูณ การหาร ได้ง่ายและชัดเจน ตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนใช้ฝาชวดน้ำแทนปัญหาประกอบกิจกรรมการเล่นบทบาทสมมติเพื่อตอบคำถาม เช่น หนูน้อยหมวกแดงมีแอปเปิล 15 ผล พบว่า เน่า 5 ผล ต้องนำออก แล้วให้นักเรียนช่วยกันนับแอปเปิลว่าเหลือเท่าไร จำนวนแอปเปิลมากขึ้นหรือน้อยลง ใช้วิธีการใดหาคำตอบ ให้นักเรียนเข้าใจความหมายได้

จากการศึกษาตัวอย่างข้างต้นสามารถสรุปได้โดยแนวทางของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract เป็นการจัดการเรียนรู้ที่อาศัยการใช้สื่อในการจัดการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและเชื่อมโยงภาพเข้ากับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมอย่างสมบูรณ์

2.3 บาร์โมเดล

ประเทศสิงคโปร์นำบาร์โมเดลมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1983 เป็นที่ยอมรับของครูในโรงเรียนประถมศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น บาร์โมเดลเป็นที่นิยมในสิงคโปร์เนื่องจากใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์สืบเนื่องกันมานาน (Cheong, 2009, p.47) ปัจจุบันสิงคโปร์ได้ใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ที่ใช้บาร์โมเดลในการจัดการเรียนรู้ และมีสื่อประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่พัฒนาขึ้นจากบาร์โมเดล มีตั้งแต่ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา บาร์โมเดลเป็นยุทธวิธีการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาในสิงคโปร์ สำหรับอธิบายโดยใช้แผนผังประกอบโจทย์ปัญหา ซึ่งบาร์โมเดลเป็นที่รู้จักอีกอย่าง คือ Model Approach and Model Drawing ซึ่งในสหรัฐอเมริกาใช้บาร์โมเดลในการแก้ปัญหาคารับ โดยฝึกให้นักเรียนวาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือบาร์โมเดลแทนปริมาณ และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณในโจทย์ปัญหา

2.3.1 ความหมายของบาร์โมเดล

BanHar & Yeap (2008, p.198) กล่าวว่า บาร์โมเดลเป็นวิธีการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ใช้การวาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นแบบจำลองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และพัฒนาการคิดทางพีชคณิตของนักเรียน

Cheong (2009, p.47) กล่าวว่า บาร์โมเดลเป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาจำนวนเต็ม ที่ช่วยให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงหรือเป็นรูปธรรม ซึ่งจำเป็นสำหรับความเข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และจับต้องได้ นอกจากนี้บาร์โมเดลยังสามารถใช้วิธีการวาด แบบจำลอง และใช้การนิรนัยภาพได้

Mahoney (2012, p.22) กล่าวว่า บาร์โมเดลเป็นยุทธวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ผังภาพเพื่ออธิบายโจทย์ปัญหาจำนวนเต็ม

จากความหมายของบาร์โมเดลที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า บาร์โมเดลเป็นการนำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามาช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนสามารถทำให้ผู้เรียนหาคำตอบได้ง่ายและมองเห็นเนื้อหาเป็นรูปธรรมมากขึ้น

2.3.2 ประเภทของบาร์โมเดล

BanHar & Yeap (อ้างถึงใน จิตติมา คงเมือง, 2533, pp.15-17) กล่าวว่า บาร์โมเดลแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) แบบจำลองแบบแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วนๆ (part-whole model) แบบจำลองข้อมูลแบบนี้จะแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ ตั้งแต่ 2 ส่วนขึ้นไป โดยสถานการณ์อาจอยู่ในรูปการบอกละเอียดส่วนมาให้แล้วให้หาข้อมูลทั้งหมด หรือให้ข้อมูลทั้งหมดและข้อมูลบางส่วน มาแล้วให้หาข้อมูลส่วน

ที่เหลือ แบบจำลองรูปแบบนี้จะช่วยสร้างพื้นฐานในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการคิดทางพีชคณิตเบื้องต้นให้กับนักเรียน

2) แบบจำลองแบบเปรียบเทียบ (the comparison model) แบบจำลองรูปแบบนี้เป็นการจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตั้งแต่ 2 ปริมาณขึ้นไป เมื่อข้อมูลต่างๆ เหล่านั้นอยู่ในรูปแบบของการเปรียบเทียบหรือข้อมูลที่แตกต่างกัน แบบจำลองรูปแบบนี้มีประโยชน์เช่นเดียวกับแบบจำลองแบบแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วนๆ

3) แบบจำลองแบบแสดงการเปลี่ยนแปลง (the change model) แบบจำลองรูปแบบนี้เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ที่กำหนด อาจจะเป็นการเพิ่มขึ้นหรือลดลง มโนคติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และการคิดทางพีชคณิต

สรุปได้ว่า บาร์โมเดลแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แบบจำลองแบบแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วนๆ แบบจำลองแบบเปรียบเทียบ และแบบจำลองแบบแสดงการเปลี่ยนแปลง ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบจำลองแบบแสดงการเปลี่ยนแปลง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2550, น.5) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้และทักษะที่ได้รับก่อให้เกิดการพัฒนาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนและได้รับการอบรมสั่งสอนโดยครูอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่า นักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

ชานนท์ จันทรา (2555, น.79) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้แต่ละเรื่อง และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง

สมศักดิ์ ประเสริฐมานะกิจ (2556, น.44) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นทักษะความรู้ด้านเนื้อหาวิชา การฝึกฝนที่เกิดจากการพัฒนาในการเรียนการสอนจากครูในเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วโดยมีเครื่องมือในการวัดผลช่วย โดยมีการแสดงออกในรูปของความสำเร็จ ซึ่งใช้เครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการตรวจสอบคุณภาพ โดยแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ในการศึกษา นักเรียนพัฒนาทักษะและความรู้ในคุณภาพระดับใด

จิรภา นุชทองม่วง (2558, น.20) สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลที่แสดงถึงความรู้ ความเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ การมีทักษะในการคำนวณ และมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้านต่างๆ ของนักเรียน เช่น ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ณัฐรัชญา อินพุลวงษ์ (2559, น.55) สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

Wilson (1973, p.696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ มีการจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนออกเป็น 4 ระดับ คือ

1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคำนวณเป็นความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

- (1.1) ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- (1.2) ความรู้ความจำเกี่ยวกับคำศัพท์
- (1.3) ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดทางการคำนวณ

2) ความเข้าใจเป็นความสามารถในการแปลความหมาย ตีความขยายความปัญหาใหม่ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์การแสดงผลพฤติกรรมมี 6 ชั้น ดังนี้คือ

- (2.1) ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด
- (2.2) ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการอ้างอิง
- (2.3) ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
- (2.4) ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง

- (2.5) ความสามารถในการใช้หลักของเหตุผล
- (2.6) ความสามารถในการอ่านและตีโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

3) การนำไปใช้เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ สูตรข้อเท็จจริงทฤษฎีที่ได้เรียนรู้ไปแล้วไปแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จการวัดพฤติกรรมมี 4 ชั้น คือ

- (3.1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
- (3.2) ความสามารถในการเปรียบเทียบ
- (3.3) ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล

(3.4) ความสามารถในการระลึกได้ซึ่งรูปความสอดคล้องและลักษณะสมมาตรของปัญหา

4) การวิเคราะห์ที่เป็นความสามารถในการพิจารณาส่วนสำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญ ซึ่งการที่บุคคลมีความสามารถดังกล่าวจะสามารถทำให้บุคคลนั้นแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้ พฤติกรรมนี้เป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์การวัดพฤติกรรม มี 4 ชั้น คือ

(4.1) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา

(4.2) ความสามารถในการค้นคว้าหาความสัมพันธ์

(4.3) ความสามารถในการวิจารณ์พิสูจน์

(4.4) ความสามารถในการกำหนดและหาความเที่ยงตรงในการสรุป

กูด (Good, 1973, p.7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการสะสมความรู้และความสามารถในการเรียนทุกด้านเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างคะแนนของนักเรียนที่ได้รับการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนการสอนในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ซึ่งเกิดจากการพัฒนาการจากการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น โดยวัดจากคะแนนในการทำแบบทดสอบชนิดเลือกตอบเรื่องพหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

2.4.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2552, น.96) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะของกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

(1.1) แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาแล้วให้ผู้ตอบเขียนแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

(1.2) แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2) แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ กล่าวคือ มีมาตรฐานในการ ดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน การแปลความหมายของคะแนน

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543, น.146-147) ได้กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติรูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สร้างง่ายและนิยมใช้มี 2 แบบ คือ

1) อัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Type) หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดปัญหา หรือข้อคำถามให้ผู้ตอบเขียนตอบยาวๆ เหมาะสำหรับการวัดหลายๆ ด้านในแต่ละข้อ เช่น วัดความคิด วัดภาษา วัดอารมณ์

2) แบบปรนัยหรือแบบใช้ตอบสั้นๆ (Objective or Short Answer Type) หมายถึง แบบทดสอบที่ให้คำตอบสั้นๆ หรือกำหนดคำตอบให้เลือก อาจเป็นคำตอบ ถูก-ผิด จับคู่ แบบเติมคำ หรือแบบเลือกตอบ

รักษ์สิริ พงษ์ป้อม (2554, น.39) กล่าวว่า ประเภทของแบบทดสอบที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ แบบอัตนัยหรือเป็นความเรียงใช้เขียนตอบยาวๆ ใช้วัดความคิด เจตคติ และแบบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่ให้คำตอบสั้นๆ มี 4 แบบ ได้แก่ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบจับคู่ แบบเติมคำ และแบบเลือกตอบ

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบแบบอัตนัยเป็นการเขียนตอบแบบความเรียง เพื่อวัดเจตคติ ความคิดของผู้เรียนในหลายๆ ด้าน และในส่วนของการตอบสั้นๆ เช่น การตอบโดยการเลือกถูกผิด การจับคู่ เติมคำ หรือการเลือกตอบ จะอยู่ในประเภทของแบบทดสอบแบบปรนัย

2.4.3 หลักในการสร้างแบบทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น มีหลักเกณฑ์เบื้องต้นที่ควรพิจารณาประกอบในการสร้างแบบทดสอบ ดังต่อไปนี้ (วิบูล ศรีกิ่งแก้ว, 2552, น.37)

1) วัดให้ตรงกับวัตถุประสงค์ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรจะวัดตามจุดมุ่งหมายทุกอย่างของการสอนและจะต้องมั่นใจได้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดได้จริง ในปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในทุกรายวิชา ดังนั้น จึงจำเป็นต้องวัดให้ตรงและครบจุดประสงค์

2) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความเจริญงอกงามของนักเรียน การเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าไปสู่จุดหมายที่วางไว้ ดังนั้น ครูควรจะทราบมาก่อนเรียนนักเรียนมีความรู้ความสามารถอย่างไร

3) การวัดผลเป็นการวัดทางอ้อมเป็นการยากที่จะใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบวัดพฤติกรรมที่จะสอบวัดจะต้องทำอย่างรอบคอบและถูกต้อง

4) การวัดผลการศึกษาเป็นการวัดที่ไม่สมบูรณ์เป็นการยากที่จะวัดทุกสิ่งทุกอย่างที่สอนได้ภายในเวลาจำกัด สิ่งที่สอบได้วัดได้เป็นเพียงตัวแทนของพฤติกรรมทั้งหมดเท่านั้น ดังนั้น จึงต้องมั่นใจว่าสิ่งที่สอบวัดนั้นเป็นตัวแทนที่แท้จริงได้

5) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษานั้นมิใช่เพียงเพื่อจะให้เกรดเท่านั้น การวัดผลเป็นเครื่องช่วยในการพัฒนาการสอนของครูเป็นเครื่องช่วยในการเรียนของนักเรียน ดังนั้น การสอบปลายภาคครั้งเดียวจึงไม่พอที่จะวัดกระบวนการเจริญงอกงามของนักเรียนได้

6) ในการให้การศึกษาที่สมบูรณ์นั้นสิ่งสำคัญไม่ได้อยู่ที่การทดสอบแค่เพียงอย่างเดียว กระบวนการสอนของครูก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง

7) การวัดผลการศึกษา มีความผิดพลาดของที่นั่งได้น้ำหนักเท่ากันโดยตาซึ่งหยาบๆ อาจมีน้ำหนักต่างกันถ้าซึ่งโดยตาซึ่งละเอียด ทฤษฎีการวัดผลเชื่อว่าคะแนนที่สอบได้ = คะแนนจริง ความผิดพลาดในการวัด

8) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรจะเน้นการวัดความสามารถในการใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์หรือการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ

9) ควรคำนึงถึงขีดจำกัดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เครื่องมือที่ใช้โดยมากคือข้อสอบ ขีดจำกัดของข้อสอบ ได้แก่ การเลือกตัวแทนของเนื้อหาเพื่อมาเขียน ข้อสอบ ความเชื่อถือได้คะแนน และการตีความหมายของคะแนน เป็นต้น

10) ควรจะใช้ชนิดของแบบทดสอบหรือคำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาเพื่อวิชาที่สอบ และจุดประสงค์ที่จะสอบวัด

11) ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันคะแนนที่สอบได้อาจแตกต่างกัน ดังนั้น ในการวัดผล การศึกษาจึงจะทำข้อสอบได้เสร็จ

12) ให้ข้อสอบมีความเหมาะสมกับนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น มีความยากง่าย พอเหมาะ มีระดับความยากง่ายของภาษาที่ใช้เหมาะสม มีเวลาสอบนานพอที่นักเรียนส่วนใหญ่จะทำข้อสอบได้เสร็จ

สสวท. (2555, น.30) ได้กล่าวถึงแนวทางในการสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพ สรุปเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

- 1) ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สารระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาที่ต้องการ
- 2) วิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 3) กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และควรใช้รูปแบบที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ
- 4) กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบ และเวลาที่ใช้ทดสอบ
- 5) สร้างข้อสอบตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคการสร้างข้อสอบ และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล
- 6) ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรง และความเป็นปรนัยของข้อสอบ การสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพจะต้องคำนึงถึงรูปแบบของข้อสอบด้วย ข้อสอบแต่ละรูปแบบมีลักษณะเฉพาะและมีจุดประสงค์ในการใช้แตกต่างกัน ผู้สอนจึงต้องมีความรู้ ความเข้าใจถึงลักษณะสำคัญ แนวทางในการสร้าง ข้อดีและข้อจำกัดของข้อสอบเหล่านั้น เพื่อให้สามารถเลือกใช้และสร้างข้อสอบได้ตามต้องการ

สรุปได้ว่า หลักในการสร้างแบบทดสอบต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของรายวิชา ควรวัดให้ตรงและครบทุกข้อของวัตถุประสงค์ เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถอย่างไร การออกแบบทดสอบจะต้องทำอย่างรอบรอบและถูกต้อง ควรเลือกใช้ประเภทของแบบทดสอบหรือคำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหา และมีความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ยังเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาการสอนของครูอีกด้วย อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่สถานการณ์ใหม่ๆ

2.5 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

ความหมายของความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ความพึงพอใจนับว่าเป็นหนึ่งในเป้าหมายหลักในการจัดการเรียนรู้ที่ประสบผลสำเร็จ ซึ่งเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงพึงพอใจของผู้เรียนที่มีการเรียนรู้อย่างมีความสุข ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ ดังนี้

ธีรวัฒน์ ต๊ะแก้ว (2558, น.324) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ หรือ ความรู้สึกชอบที่เกิดขึ้นของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด โดยการแสดงออกต่อสิ่งนั้นด้วยความกระตือรือร้น เอาใจใส่ และกระทำสิ่งนั้นจนบรรลุจุดมุ่งหมาย

จันทิมา แดงทอง (2559, น.45) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด โดยสามารถแสดงออกทางความรู้สึกที่ทำให้เกิดความสุข และมีความกระตือรือร้นที่จะทำสิ่งนั้นให้เกิดความสำเร็จ

ณัฐชลัตตา ลอยฝน (2559, น.42) ได้สรุปความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความรู้สึกพอใจ ชอบใจ ภูมิใจ มีความสุข เมื่อได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ จนบรรลุผลสำเร็จ ความพึงพอใจในการเรียน และผลการเรียนจะมีความสัมพันธ์กันทางบวก ถ้ามีความพึงพอใจมากผลการเรียนก็จะดีตามไปด้วย

สุทธิกร กรมทอง (2559, น.68) ได้สรุปความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความรู้สึกชอบ มีความชื่นชมยินดี มีความพอใจหรือเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และมีผลการปฏิบัติงานที่บรรลุผลตามความต้องการของตนเอง และบุคคลที่เกี่ยวข้อง

Wolman (1973, p.384) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก (Feeling) มีความสุข เมื่อคนเราได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย (Goals) ความต้องการ (Wants) หรือแรงจูงใจ (Motivation)

Wallerstein, Harver (1971, p.256) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย และอธิบายว่า ความพึงพอใจเป็นกระบวนการทางจิตวิทยา ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน แต่สามารถคาดคะเนได้ว่ามีหรือไม่มีจากการสังเกตพฤติกรรมของคนเท่านั้น การที่จะทำให้คนเกิดความพึงพอใจจะต้องศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของความพึงพอใจนั้น

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีหรือทัศนคติที่ดีของบุคคลที่เกิดจากการมีแรงจูงใจ ซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ต้องการ ก็จะเกิดความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้นมีความสุขเต็มใจในสิ่งที่ทำ ในการวิจัยครั้งนี้ ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล โดยจะเกิดความรู้สึกที่ดี ชอบพอใจ หรือมีทัศนคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ทำให้มีความสุข และภูมิใจในสิ่งที่ทำ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

เพชรชนก จันทร์หอม (2562) ได้ศึกษาผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง ในจังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 36 คน งานวิจัยนี้ใช้กระบวนการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (mixed methodology) ที่มีทั้งวิธีการเชิงคุณภาพและวิธีการเชิง

ปริมาณ โดยประยุกต์ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว มีการทดสอบหลังเรียน ซึ่งข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้จากใบกิจกรรมในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบสัมภาษณ์ประกอบภาพตัวอย่าง นำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) เพื่อจัดกลุ่มตามระดับความเข้าใจ และสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณ ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบข้อสอบแบบเลือกตอบ นำคะแนนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และหาค่าร้อยละว่าสูงกว่าร้อยละ 70 หรือไม่ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) มากที่สุดของเนื้อหาทั้ง 3 เรื่อง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า การสอนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ และผลการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.08 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.60 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 70

ศิริลักษณ์ ไชยสงคราม (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับบาร์โมเดล การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับบาร์โมเดล เมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 2) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับบาร์โมเดล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านคลองใหม่ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับบาร์โมเดล 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับบาร์โมเดล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ทดสอบค่าที่ One-Sample t-test และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับบาร์โมเดล สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับบาร์โมเดล อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก โดยนักเรียนเห็นด้วยมากในทุกด้าน เรียงตามลำดับคือ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ รองลงมาคือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ฉัตรกาญจน์ ธาณีพูน (2563) ได้ทำการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล การศึกษาค้นคว้านี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา ของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล โดยใช้เกณฑ์ผ่านร้อยละ 50 ของคะแนนที่ถูกหักออกจากการทดสอบก่อนเรียน 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล กับเกณฑ์ร้อยละ 75 4) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิต เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ห้อง 2 จำนวน 30 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลจอมพระ จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 2) พัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 17.20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาพร้อมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัศมี ศิริกัมพลา และ วนิษฐ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2563) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ที่ส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่

เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้เข้าร่วมวิจัย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดชัยภูมิ จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกหัด และแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมแล้วจะถูกนำมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ควรเน้นการใช้วัตถุสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และลำดับของการดำเนินการ ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ และการหาร แล้วเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การสร้างภาพจำลองปัญหาที่มีข้อมูลครบถ้วน เพื่อให้นักเรียนสามารถแปลความหมายของภาพจำลองสู่สัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง ผลการวิจัยจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนมีความสอดคล้องกัน คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ถูกต้องสมบูรณ์

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Putri (2015) ได้ศึกษาผลอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract และแนวทางในการพัฒนาความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งสามารถเห็นได้จากความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนและโดยรวม และเป็นการทดลองที่มีการออกแบบการควบคุมของก่อนเรียนและหลังเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ในหัวข้อ เรขาคณิต 3 มิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 74 คน ในชาวตะวันตก ปัจจุบันดำเนินการศึกษาโดยใช้สองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้แนวทางการเรียนรู้ CPA เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่นำการเรียนรู้แบบเดิมมาใช้เป็นกลุ่มควบคุม การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงพรรณนาและเชิงอนุมานแสดงให้เห็นว่า พัฒนาการของนักเรียนจะดีกว่าในนักเรียนที่มีแนวทางการเรียนรู้ CPA มากกว่านักเรียนที่มีรูปแบบปกติการเรียนรู้ ดังนั้น การเรียนรู้ CPA สามารถปรับปรุงระดับประถมศึกษาได้

Purwadi; Sudiarta & Suparta (2019) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ที่มีต่อความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแทนเศษส่วนเพื่อพิจารณาว่า Concrete-Pictorial-Abstract มีผลต่อแนวคิด รวมไปถึงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และการแสดงเศษส่วนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน การวิจัยนี้ใช้วิธีผสมควบคุมไปด้วยวิธี Concrete-Pictorial-Abstract โดยมีนักเรียนเข้าร่วมกลุ่มทดลอง 23 คน กลุ่มทดลองได้ใช้การสอน CPA จำนวน 15 คน จากวิธีการสอนทั้งหมด 8 ครั้ง วิธีการบรรยายถูกใช้ในช่วงเชิงคุณภาพสมาชิกของกลุ่มทดลองได้รับเลือกให้เข้าร่วมการศึกษา โดยการสุ่มตัวอย่างแบบบอลล์หิมะ ข้อมูลถูกรวบรวมโดยใช้รูปแบบการบรรยาย นักเรียนมีการตอบสนองต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract โดยใช้กิจกรรมการสนทนากลุ่มและรวบรวมโดยใช้การสัมภาษณ์อย่างละเอียด และมีการสังเกตวิเคราะห์เกี่ยวกับพฤติกรรม โดยรวบรวมในรูปแบบเอกสารใช้การทดสอบ ANOVA แบบ

ทางเดียวที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 วิเคราะห์ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract มีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับเนื้อหา นอกจากนี้นักเรียนที่เรียนรู้เกี่ยวกับเศษส่วนกับวัตถุที่เป็นรูปธรรมทำให้มีความเข้าใจที่สมบูรณ์มากขึ้น และเมื่อสอนแนวคิดนามธรรมเรื่องเศษส่วน โดยใช้กลยุทธ์การเรียนรู้นี้ ทำให้เพิ่มความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ยังพบว่าการใช้วัตถุที่เป็นรูปธรรมทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากขึ้นกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอีกด้วย

Radiusman & Maslina (2020) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ต่อความสามารถในการเป็นตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ในหัวข้อตรีโกณมิติ การศึกษาเชิงปริมาณนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อดูผลของแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract เกี่ยวกับทักษะการแทนค่าทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาตรีโกณมิติ การแทนค่าทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำหรับนักเรียนในการทำความเข้าใจและใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบคลัสเตอร์ โดยมีนักเรียน 40 คน เป็นชั้นเรียนทดลอง และนักเรียน 40 คน เป็นชั้นเรียนควบคุม การศึกษานี้ใช้การออกแบบกลุ่มควบคุมก่อนการทดสอบหลังการทดสอบซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาตรีโกณมิติ ปัญหาตรีโกณมิติ และขั้นตอนในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับตรีโกณมิติ จากผลการทดสอบความแตกต่างของเนื้อหา สามารถสรุปได้ว่าความสามารถในการเป็นตัวแทนของนักเรียนที่ใช้วิธีการ CPA นั้นดีกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบเดิม

Gedikli & Sevinc (2020) ได้ศึกษาแนวทางทางเลือกในการแก้ปัญหาพีชคณิตโดยใช้บาร์โมเดล วิธีการการศึกษานี้ตรวจสอบการกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขณะแก้ไขปัญหเกี่ยวกับพีชคณิตและความคิดเกี่ยวกับวิธีแบบจำลองแท่ง (บาร์โมเดล) ของสิงคโปร์ การศึกษาได้รับการออกแบบเป็นกรณีศึกษาเดียวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 10 คนที่ได้รับการคัดเลือกจากการสัมภาษณ์ โดยพิจารณาจากคะแนนของนักเรียนในเบื้องต้นจากการประเมินปัญหาเกี่ยวกับพีชคณิต ในช่วงเวลาเรียนปกติของนักเรียน ซึ่งนักเรียนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาพีชคณิตโดยการเขียนสมการเชิงเส้น นอกจากนี้นักเรียนได้รับการสอนหลังเลิกเรียนเป็นเวลาสามชั่วโมง และสอนโดยใช้บาร์โมเดลของสิงคโปร์ตามคำแนะนำวิธีแก้ปัญหของนักเรียน จากการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถใช้บาร์โมเดล โดยเฉพาะในการสร้างแนวคิดเกี่ยวกับปริมาณที่ไม่รู้จักในปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่สามารถวาดรูปแบบแท่งที่ถูกต้องได้และหาแนวทางแก้ไขปัญหาด้วยวิธีนี้ให้ถูกต้อง และนักเรียนเหล่านั้นสามารถเขียนสมการพีชคณิตที่ถูกต้องตามแบบจำลองได้ ดังนั้น บาร์โมเดลเป็นวิธีการแบบอย่างที่ไม่เพียงแต่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหาแต่ยังทำหน้าที่เป็นขั้นตอนในการเขียนสมการพีชคณิต นอกจากนี้

นักเรียนยังกล่าวว่าบาร์โมเดลนั้นทำให้กระบวนการแก้ปัญหาสนุกยิ่งขึ้น และทำให้นักเรียนต้องการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหัวข้ออื่นๆ อีกด้วย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ทำให้ทราบถึงการจัดการเรียนการสอนที่สามารถทำให้ผู้เรียนเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม อีกทั้งยังเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้ดีขึ้นได้ในเรื่องพหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อไป



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ประเภทและแบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design) ได้ดำเนินการตามแบบแผนการวิจัย แบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง แบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest - Posttest Design)

Pre-Test	Treatment	Post-Test
Q_1	X	Q_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

Q_1 แทน การวัดตัวแปรตามของกลุ่มทดลอง ก่อนการทดลอง (Pretest) ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

Q_2 แทน การวัดตัวแปรตามของกลุ่มทดลอง หลังการทดลอง (Posttest) ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 85 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.3 เครื่องมือใช้ในการวิจัย

เครื่องมือใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.3.1 แผนการจัดการการเรียนรู้ เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล จำนวน 5 แผน รวม 10 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การบวกลบเอกนาม 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การบวกลบพหุนาม 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การคูณพหุนาม 1 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การหารพหุนาม 1 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว 4 ชั่วโมง

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 1 ฉบับ มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ

3.3.3 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์

3.4 เครื่องมือและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการดำเนินการวิจัย (ทดลอง) มีดังนี้

3.4.1 แผนการจัดการการเรียนรู้ เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล จำนวน 5 แผน รวม 10 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อศึกษาวิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้างเวลาเรียน มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของหลักสูตรการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2) ศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในเรื่อง คำอธิบายรายวิชาตัวชี้วัด หน่วยการเรียนรู้ ของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์เพื่อนำมาจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัย เลือกเรื่องพหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว มาสร้างเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ทั้งหมด 5 แผน

3) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหา ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางเรื่องพหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

4) ศึกษารูปแบบการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และทฤษฎี แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อนำมาออกแบบกิจกรรมโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ของ Hui, Hoe, & Lee (2017, p.28) ดังนี้

(4.1) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ของ Hui, Hoe & Lee (2017, p.28) ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract
ขั้นตอนที่ 1 แนะนำขยายความ	ครูให้คำแนะนำเนื้อหาความรู้และเชื่อมโยงกับ อธิบายและขยายความ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่องที่จะเรียน
ขั้นตอนที่ 2 สร้างความคุ้นเคย	ครูยกตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรมที่เหมาะสม และนำเสนอตัวอย่างวัตถุที่จับต้องได้เพื่อเสริมสร้างความคุ้นเคยและความเข้าใจในแนวคิด คณิตศาสตร์ของนักเรียน พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจ ตัวอย่าง
ขั้นตอนที่ 3 การจำแนกความรู้	ครูให้คำแนะนำพร้อมตั้งคำถาม หรือกระตุ้นผู้เรียนให้คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง เกี่ยวกับตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรมที่สอดคล้อง กัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง
ขั้นตอนที่ 4 แนวคิดรูปธรรม	ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอแนวคิด สิ่งที่ได้จากการหาคำตอบ โดยการใช้วัตถุที่เป็นรูปธรรมรวมถึงสัญลักษณ์นามธรรม

(4.2) บาร์โมเดล เป็นการนำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามาช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน สามารถทำให้ผู้เรียนหาคำตอบได้ง่ายและมองเห็นเนื้อหาเป็นรูปธรรมมากขึ้น

(4.3) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract	เทคนิคบาร์โมเดล
ขั้นตอนที่ 1 แนะนำขยายความ	ครูให้คำแนะนำเนื้อหาความรู้และเชื่อมโยงกับ อธิบายและขยายความเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่องที่จะเรียน	
ขั้นตอนที่ 2 สร้างความคุ้นเคย	ครูยกตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรมที่เหมาะสม และนำเสนอตัวอย่างวัตถุที่จับต้องได้เพื่อเสริมสร้างความคุ้นเคยและความเข้าใจในแนวคิดคณิตศาสตร์ของนักเรียน พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตัวอย่าง	ให้ผู้เรียนสำรวจ และสร้างความคุ้นเคยกับบาร์โมเดล

ตารางที่ 3.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด	เทคนิคบาร์โมเดล
Concrete-Pictorial-Abstract	Concrete-Pictorial-Abstract	
ขั้นตอนที่ 3 การจำแนกความรู้	ครูให้คำแนะนำพร้อมตั้งคำถาม หรือกระตุ้น ผู้เรียนให้คิดวิเคราะห์เปรียบเทียบ เชื่อมโยง เกี่ยวกับตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรมที่ สอดคล้องกัน และเปิดโอกาสให้นักเรียน วิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง	ตั้งคำถามเพื่อ ให้ผู้เรียนใช้ บาร์โมเดลในการ หาคำตอบ
ขั้นตอนที่ 4 แนวคิดรูปธรรม	ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอแนวคิด สิ่งที่ได้จากการหาคำตอบโดยการใช้วัตถุที่เป็น รูปธรรมรวมไปถึงสัญลักษณ์นามธรรม	

5) สร้างแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนาม ดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล จำนวน 5 แผน รวม 10 ชั่วโมง ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การบวกลบเอกนาม จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การบวกลบพหุนาม จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การคูณพหุนาม จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การหารพหุนาม จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว จำนวน 4 ชั่วโมง

6) แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไข

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ พิจารณาความสอดคล้อง โดยผู้เชี่ยวชาญมีจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ด้านหลักสูตร 2 ท่าน ด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 ท่าน มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง แนใจว่ารายการพิจารณาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่ารายการพิจารณาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 1 หมายถึง แนใจว่ารายการพิจารณาไม่สอดคล้องกับตรงตามวัตถุประสงค์

8) นำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยคัดเลือกจากค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีคะแนนตั้งแต่ .05 ขึ้นไป (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558, น.177) ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 0.80 - 1.00

9) นำแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จากนั้นนำมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหา และความเหมาะสมของเวลา ก่อนนำไปทดลองใช้จริง

10) นำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

3.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนาม ดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก 15 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาคู่มือหลักสูตรการจัดการเรียนรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว โดยเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อคัดข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 15 ข้อ ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและตัวชี้วัด

3) นำแบบทดสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ด้านหลักสูตร 2 ท่าน ด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยคัดเลือกจากค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีคะแนนตั้งแต่ .05 ขึ้นไป (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558, น.177) ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 1.00

5) ปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้อง เพื่อนำข้อมูลมาหาคุณภาพ

6) นำผลการทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายรายข้อ และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยกำหนดเกณฑ์คุณภาพของแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพ จำนวน 15 ข้อ ผลการวิเคราะห์พบว่า ในแบบทดสอบ 30 ข้อ มีแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.29-0.71 และมีอำนาจจำแนกอยู่ที่ 0.29-0.57 เลือกแบบทดสอบที่ใช้ได้เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล จำนวน 15 ข้อ

7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับ โดยวิธีของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient; α) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.99) ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.79

8) จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบ ของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจคุณภาพและนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริง

3.4.3 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบ ของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ เพื่อหากรอบวัดความพึงพอใจ

2) สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์ แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) จำนวน 1 ชุด 15 ข้อ โดยมีระดับการให้คะแนนความคิดเห็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	ให้คะแนน 5	คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้คะแนน 4	คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้คะแนน 3	คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้คะแนน 2	คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1	คะแนน

3) นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ด้านหลักสูตร 2 ท่าน ด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน ด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง แนใจว่ารายการพิจารณาสอดคล้องกับเนื้อหา
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่ารายการพิจารณาสอดคล้องกับเนื้อหา
- 1 หมายถึง แนใจว่ารายการพิจารณาไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดความพึงพอใจ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1

4) นำแบบวัดความพึงพอใจมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5) คัดเลือกแบบวัดความพึงพอใจที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5-1 จำนวน 12 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบวัดความพึงพอใจมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.63

6) นำแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล จำนวน 12 ข้อ ไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริงและวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วแปลผลระดับความพึงพอใจเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

- 4.50 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด
- 3.50 - 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับมาก
- 2.50 - 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
- 1.50 - 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อย
- 1.00 - 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 ขั้นตอนเตรียมการ

1) ขอจัดทำหนังสือราชการจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เพื่อขอความอนุเคราะห์และความร่วมมือจากผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

2) นำหนังสือราชการไปติดต่อขออนุญาตและขอความร่วมมือจากผู้บริหารโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขออนุญาตดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.2 ดำเนินการสอน ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 29 คน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) ครูชี้แจงนักเรียนให้นักเรียนเข้าใจถึงการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์ และดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนที่จัดเตรียมเอาไว้

2) ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

3) ทำการประเมินความพึงพอใจ

3.5.3 ชั้นสรุป นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

3.6.1 การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

1) ความเที่ยงตรง (Validity) ของแผนจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล โดยใช้วิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2) ความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3) ค่าอำนาจจำแนก (Discriminating power) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach's Poo 0 alpha coefficient; α)

3.6.2 การวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

1) การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการทดสอบค่าที กลุ่มประชากรกลุ่มเดียว (t-test for One Sample)

2) การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ก่อนกับหลัง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล โดยการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for Dependent Samples)

3) การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วแปลผลระดับ ความพึงพอใจ

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1) ความเที่ยงตรง (Validity) ของแผนจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบโดยใช้วิธีหาดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558, น.177)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) ความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรดังนี้ (ปกรณ ประจันบาน, 2552, น.166)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3) ค่าอำนาจจำแนก (Discriminating power) โดยใช้ B (B-Index) เพื่อหาประสิทธิภาพ ในการจำแนกผู้สอบออกเป็นผู้สอบผ่านหรือสอบไม่ผ่าน โดยใช้สูตรดังนี้ (ปกรณ ประจัญบาน, 2552, น.167)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

- เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนก
 U แทน จำนวนผู้สอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
 L แทน จำนวนผู้สอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
 n_1 แทน จำนวนผู้สอบผ่านเกณฑ์
 n_2 แทน จำนวนผู้สอบไม่ผ่านเกณฑ์

4) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของครอนบาค ดังนี้
 (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.99)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

- เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 K แทน จำนวนข้อสอบ
 s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
 s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3.7.2 สถิติพื้นฐาน

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.95)

$$\mu = \frac{\sum x}{N}$$

- เมื่อ $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนรวมทั้งหมดของประชากร
 N แทน จำนวนข้อมูลประชากร

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.109)

$$\sigma = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n^2}}$$

- เมื่อ X แทน ค่าคะแนนของนักเรียนแต่ละคน
 σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 n แทน จำนวนประชากร

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทน กำลังสองของคะแนนรวม

3.7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1) การทดสอบค่าที่ กลุ่มประชากรกลุ่มเดียว (t-test for One Sample) (พงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, น.160)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S.D.}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที่จะใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ต้องการเปรียบเทียบ

S.D แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบหลังเรียน

n แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2) การทดสอบค่าที่ แบบไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for Dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น.100)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

$$df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที่จะใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

n แทน เป็นจำนวนคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์

4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล กับเกณฑ์ร้อยละ 70

4.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

4.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยหลักการทางสถิติเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

ตอนที่ 3 ผลความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตารางที่ 4.1 - 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	ร้อยละ	(\bar{X})	S.D.
ผลสัมฤทธิ์	29	15	76.09	11.41	1.476

ตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เท่ากับ 11.41 คะแนน ($\bar{X}=11.41$) จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ เท่ากับ ร้อยละ 76.09 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

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

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เท่ากับ 11.41 คะแนน ($\bar{X}=11.41$) สูงกว่าเกณฑ์ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด 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	29	11.71	1.48			

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 5.72 คะแนน ($\bar{X}=5.72$, S.D.=3.02) และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 11.41 คะแนน ($\bar{X}=11.41$, S.D.=1.48) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสองครั้ง โดยการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (t-test dependent group) พบว่า คะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

**ตอนที่ 3 ผลความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์**

ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล
รายวิชาคณิตศาสตร์ ดังเสนอในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

รายการ	\bar{x}	S.D.	ผลความพึงพอใจ
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้			
1. นักเรียนชอบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล	4.14	0.79	มาก
2. นักเรียนมีการร่วมแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน	4.07	0.80	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.10	0.79	มาก
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล			
3. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเป็นไปตามขั้นตอนจากง่ายไปยากทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี	4.45	0.57	มาก
4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น	4.55	0.51	มากที่สุด
5. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลทำให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน	4.72	0.53	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.57	0.54	มากที่สุด

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล (ต่อ)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ผลความพึงพอใจ
ด้านสื่อการเรียนรู้			
6. สื่อการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.41	0.73	มาก
7. สามารถจูงใจให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียนมากขึ้น	4.45	0.83	มาก
8. สื่อสนับสนุนการเรียนการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.79	0.41	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.55	0.69	มากที่สุด
ด้านครูผู้สอน			
9. ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการควบคุมและให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนมีปัญหาครูผู้สอนได้ใกล้ชิดขึ้น	4.52	0.63	มากที่สุด
10. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและปฏิบัติด้วยตนเอง	4.03	0.82	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.28	0.77	มาก
ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้			
11. วิธีการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	4.28	0.80	มาก
12. เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความชัดเจนเหมาะสมและยุติธรรม	4.17	0.80	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.22	0.80	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.38	0.73	มาก

ตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 คะแนน ($\bar{X}=4.38$, S.D.=0.73) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ($\bar{X}=4.57$, S.D.=0.54) และด้านสื่อการเรียนรู้ ($\bar{X}=4.55$, S.D.=0.69) อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านอื่นๆ 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

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบทดสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ทดสอบสมมติฐานที่ใช้คือ การทดสอบค่าที กลุ่มประชากรกลุ่มเดียว (t-test for One Sample) และการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระจากกัน (t-test for Dependent Samples)

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

5.1.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ร้อยละ 76.09 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หลังสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.3 ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ระดับมาก

5.2 การอภิปรายผล

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ร้อยละ 76.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน สามารถสร้างองค์ความรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม โดยมีการใช้สื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหา ซึ่งมีครูคอยเป็นผู้สนับสนุนและให้คำแนะนำ (Ministry of Education, 2012 as cited in Hoong, Kin & Pien, 201) และดังที่ Bruner & Kenney (1965) (as cited in Hui, Hoe & Lee, 2017) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract นี้มีแนวความคิดเริ่มต้นด้วยประสบการณ์จากการกระทำที่เกิดขึ้น ซึ่งต่อมาประสบการณ์ที่ก่อตัวขึ้นจะได้รับการแปลผลเป็นภาพ เรียกว่า สัญลักษณ์ โดยประสบการณ์และสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องจะถูกสร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงกันจากเนื้อหาที่เป็นนามธรรม จนกลายเป็นเป็นตัวแทนที่ถูกเชื่อมเข้ากับโครงสร้างส่วนรวม และมีการใช้บาร์โมเดลในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงหรือเป็นรูปธรรม จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หลังสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่า คณิตศาสตร์มีเนื้อหาค่อนข้างยาก ครูจึงต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น (Wilson, 1973, p.696) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract เป็น การจัดการเรียนรู้ที่อาศัยการใช้สื่อในการจัดการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและเชื่อมโยงภาพเข้ากับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมอย่างสมบูรณ์ ผนวกกับการนำบาร์โมเดลมาใช้ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract จึงทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และจับต้องสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้บาร์โมเดลในการ

วาดแบบจำลอง เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลหรือเนื้อหาที่เป็นนามธรรม (Cheong, 2009, p.47) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล จึงทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาได้เป็นอย่างดีทำให้เนื้อหาง่ายขึ้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น ดังผลการศึกษาวิจัยของ เพชรชนก จันทร์หอม (2562) ที่ได้ศึกษาผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract พบว่าสามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ และผลการทดสอบหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 22.08 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.60 ซึ่งสูงกว่าร้อยละ 70 สอดคล้องกับ ฉัตรภาณูจน์ ธาณีพูน (2563) ได้ทำการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดล พบว่า แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดล มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนเฉลี่ย จากการทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 17.20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ รัศมี ศิริกัมพลา และ วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2563) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ผลการวิจัยจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีความสอดคล้องกันคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ถูกต้องสมบูรณ์ สอดคล้องกับที่ Putri (2015) ได้ทำการศึกษาผลอิทธิพลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract และแนวทางในการพัฒนาความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษา จะเห็นว่าพัฒนาการของนักเรียนจะดีกว่าในนักเรียนที่มีแนวทางการเรียนรู้ CPA มากกว่านักเรียนที่มีรูปแบบปกติการเรียนรู้ สอดคล้องกับ Gedikli & Sevinc (2020) ได้ศึกษาแนวทางทางเลือกในการแก้ปัญหาพีชคณิตโดยใช้บาร์โมเดล จากการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถใช้บาร์โมเดลในการสร้างแนวคิดเกี่ยวกับปริมาณที่ไม่รู้จัก นักเรียนส่วนใหญ่สามารถวาดรูปแบบแบ่งที่ถูกต้องได้ และหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ถูกต้องและนักเรียนเหล่านั้นสามารถเขียนสมการพีชคณิตที่ถูกต้องตามแบบจำลองได้

5.2.3 ความพึงพอใจของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับ บาร์โมเดล รายวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ระดับมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับ บาร์โมเดล ทำให้เนื้อหาที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรม โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก กระตุ้นและชี้แนะแนวทางให้กับผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น.5) ดังที่ Bruner & Kenney (1965) (as cited in Hui, Hoe & Lee, 2017) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract มีแนวความคิดเริ่มต้นด้วยประสบการณ์จากในการกระทำที่เกิดขึ้น ซึ่งต่อมา ประสบการณ์ที่ก่อตัวขึ้นจะได้รับการแปลผลเป็นภาพ เรียกว่า สัญลักษณ์ โดยประสบการณ์และสัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องจะถูกสร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงกัน จากเนื้อหาที่เป็นนามธรรมจนกลายเป็นตัวแทน ที่ถูกเชื่อมเข้ากับโครงสร้างส่วนรวม โดยประกอบด้วย ขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 แนะนำขยายความ ขั้นตอนที่ 2 สร้างความคุ้นเคย ขั้นตอนที่ 3 การจำแนกความรู้ ขั้นตอนที่ 4 แนวคิด รูปธรรมร่วมกับ บาร์โมเดล ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรมและเข้าใจง่ายขึ้น จึงทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับ บาร์โมเดล สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ ไขสงคราม (2562) ที่ศึกษาการพัฒนาความสามารถ แก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับ บาร์โมเดล พบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับ บาร์โมเดล อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก โดยนักเรียนเห็นด้วยในทุกด้านอยู่ที่มากและมากที่สุด เรียงตามลำดับ คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ต่อมาเป็นด้านผู้สอน ด้านการวัด การประเมินผลการเรียนรู้ และสุดท้ายคือ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าในครั้งต่อไป ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับ บาร์โมเดล ครูผู้สอนควรยกตัวอย่างโจทย์ตั้งแต่ง่ายไปยากและหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนมองเห็นองค์ความรู้ได้อย่างชัดเจน และสามารถแปลงความรู้จากนามธรรมที่ง่ายจนไปถึงนามธรรมที่ซับซ้อน จนนำไปสู่ความรู้ที่เป็นรูปธรรมได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป

1) ควรทำการวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล เพื่อพัฒนาทักษะและศึกษาตัวแปรอื่นๆ เช่น การแก้ปัญหา การเชื่อมโยง เป็นต้น

2) ควรทำการวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ในเนื้อหาอื่นๆ ในรายวิชาคณิตศาสตร์



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2560). **คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551** (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จันทิมา แดงทอง. (2559) **กิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสโดยการใช้สื่อประสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- จิตติมา คงเมือง. (2553). **การส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการวาดแบบจำลอง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- จิรภา นุชทองม่วง. (2558). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่โดยใช้กระดานตะปู ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่าง.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- ฉัตรภาญจน์ ธาณีพูน. (2563). **การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดล.** **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 2(1), 95-105.**
- ชานนท์ จันทรา. (2555). **การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ.** กรุงเทพฯ: อาร์แอนด์เอ็น ปรีนท์.
- ณัฐรัชญา อินพูลวงษ์. (2559). **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- ณัฐชลัดดา ลอยฝน. (2559). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคห้องเรียนกลับทางวิชาคอมพิวเตอร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ธีรวัฒน์ ต๊ะแก้ว. (2558). การสร้างชุดการเรียนรู้การสอน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีธาดาศิลาเพชรรังสรรค์ จังหวัดน่าน. (สารนิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยสำหรับครู (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
_____. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปกรณ์ ประจันบาน. (2552). ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์. พิษณุโลก: รัตนสุวรรณการพิมพ์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิชิต ฤทธิจรรยา. (2545). หลักการวัดผลและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:
เข้าออฟเคอร์มีส์.
- เพชรชนก จันทร์หอม. (2562). การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (C-P-A) เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). วิธีวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 9). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร
นครปฐม.
- รัชสิริ แผงป้อง. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง
สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่อง
ทางการได้ยินระดับหูหนวก จากการสอนแบบ POSSE ร่วมกับสื่อวีดิทัศน์. (วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- รัศมี ศิริกัมพลา และ วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-
Pictorial-Abstract (CPA) ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ
การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิทยาศาสตร์และ
วิทยาศาสตร์ศึกษา, 3(2), 155-164.
- โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2563). หลักสูตรโรงเรียนสาธิต
นวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พุทธศักราช 2555 ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558). ปทุมธานี:
กลุ่มบริหารวิชาการ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

บรรณานุกรม (ต่อ)

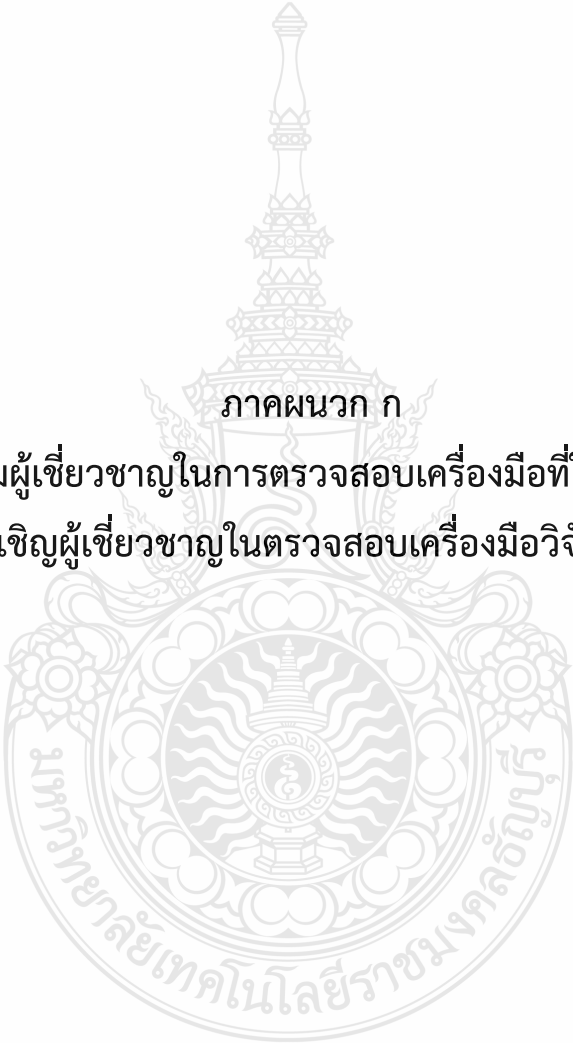
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิบูล ศรีกิ่งแก้ว. (2552). **การพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาภาษาไทย เรื่อง ลิลิตตะเลงพ่าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์โยเซฟพิพวล**. (สารนิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- ริลักษณ์ ไชสงคราม. (2562). **การพัฒนาความสามารถการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGTร่วมกับบาร์โมเดล (Bar Model)**. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). **การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สุทธิกร กรมทอง. (2559). **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนโดยใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเทคนิค เกมพีเคชั่น สำหรับนักเรียน ห้องพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวาปีปทุม**. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).
- สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2550). **แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการ วิเคราะห์**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). **แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิก.
- สมศักดิ์ ประเสริฐมานะกิจ. (2556). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับการคิดทาง เรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรม GSP ร่วมกับการเรียนการสอนรูปแบบ Van Hiele**. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา).
- BanHar, Yeap, et al. (2008). **Using a Model Approach to Enhance Algebraic Thinking in the Elementary School Mathematics Classroom**. Algebra and algebraic thinking in school mathematics. (pp.195 - 209). National Council of Teachers of Mathematics, Reston Virginia, USA.
- Cheong & Yan kow. (2009). **The model method in Singapore**. Available from : <http://math.nie.edu.sg/.pdf>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Gedikli, E., & Sevinç, S. (2020). An alternative approach to solving algebra word problems: Singapore bar model method. **Inonu University Journal of the Faculty of Education**, 21(2), 942-962. doi10.17679/inuefd.709349
- Good & Cater Victor. (1973). **Dictionary of Education**. New York: McGraw-Hill.
- Hoong & Kin, Pien. (2015). **Concrete-pictorial-abstract: Surveying its origins and charting its future**. [n.p.].
- Hui, Hoe & Lee. (2017). **Teaching and learning with concrete-pictorial-abstract sequencea proposed model**. [n.p.].
- Mahoney & Kevin. (2012). **Effects of Singapore's model method on elementary student problem solving performance**. Available from : <http://ProQuest> Dissertation and These database. UMI 3554274
- Putri. (2015). **The influence of concrete pictorial abstract (CPA) approach to the Mathematical representation ability achievement of the preservice teachers at elementary school**. [n.p.].
- Purwadi, I M. A., Sudiarta, I G. P., & Suparta, I N. (2019). The Effect of Concrete-Pictorial-Abstract Strategy toward Students' Mathematical Conceptual Understanding and Mathematical Representation on Fractions. **International Journal of Instruction**, 12(1), 1113-1126.
- Radiusman & Maslina Simanjuntak. (2020). Pengaruh Pendekatan Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) terhadap Kemampuan Representasi Matematis pada Topik Trigonometri. **MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology**, 5(2), 118–129. Available from : <https://doi.org/10.30651/must.v5i2.5809>
- Wallerstein & Harver. (1971). **Dictionary of Psychology**. Maryland: penguin Book.
- Wilson & James, W. (1973). **Evaluation of learning in secondary school mathematics Handbook on formative and summative of student learning**. Edited by Benjamin S. Bloom. New York: McGraw-Hill.
- Wolman & Thomas E. (1973). **Education and Organizational Leadership in Elementary School**. Englewood Cliffs: New Jersey: Prentice Hall.

ภาคผนวก





ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้วิจัย

1. ดร.กาญจนา เวชบรรพต อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
2. ดร.สุนันทา รักพงษ์ ศึกษานิเทศก์
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุตรดิตถ์ เขต 1
3. ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์ อาจารย์ประจำสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา
ภาควิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
4. ดร. แสงรุ่ง พูลสุวรรณ ที่ปรึกษาอาวุโส ด้านวิจัยหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้
สถาบัน EdCA
5. นางสาวสุพรรณิ แยมเนตร์ คุณครู โรงเรียนธัญบุรี





ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๑๒๓.๓

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๓๐

๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.กาญจนา เวชบรรพต

เนื่องด้วย นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพูน นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete – Pictorial – Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรสิน เจิมไรสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพูน เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นียมพล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาการศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๔ ๓๒๐๗

โทรสาร ๐๒ ๕๓๗ ๓๒๐๗

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๓๒๓



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย


เรียน ดร.สุนันทา รักพงษ์

เนื่องด้วย นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพูน นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete – Pictorial – Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพูน เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นียมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาการศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๔ ๓๒๐๗

โทรสาร ๐๒ ๕๔๔๓ ๓๒๐๗



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โทร. ๐๒ ๕๔๔๓๒๐๗
ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๑๔๐ วันที่ ๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์

เนื่องด้วย นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพูน นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete – Pictorial – Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรสิน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพูน เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นียมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๑๒๓.๒



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๓๐

๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.แสงรุ่ง พูลสุวรรณ

เนื่องด้วย นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพูน นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete – Pictorial – Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรสิน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพูน เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นียมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาการศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๕๙ ๓๒๐๗

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๐๓๒๓.๓



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๓๐

๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวสุพรรณิ แยมเนตร์

เนื่องด้วย นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพู นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและนวัตกรรมการสอน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete – Pictorial – Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรลิน เจิมโธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถ จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพู เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นียมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาการศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๔ ๓๒๐๗

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล



แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่องพหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

เวลาทั้งหมด 10 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

เวลา 4 ชั่วโมง

สาระที่ 2 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.2/1 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองในรูป $ax^2 + bx + c$ ทำได้โดย

1. หาพหุนามดีกรีหนึ่งสองพหุนามที่คูณกันแล้วได้พจน์หน้า คือ ax^2
2. หาจำนวนเต็มสองจำนวนที่คูณกันแล้วได้พจน์หลัง คือ c
3. นำผลที่ได้ในข้อ 1) และข้อ 2) มาหาพจน์กลางจนได้ bx

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว (K)
 - 1.1 นักเรียนสามารถอธิบายพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ถูกต้อง (K)
2. นักเรียนมีทักษะในการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ถูกต้อง (P)
 - 2.1 นักเรียนสามารถแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ถูกต้อง (P)
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)
 - 3.1 นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย (A)

สาระการเรียนรู้

- การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการสื่อสาร

1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง
2. ถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจของตนเองได้
3. ใช้วิธีสื่อสารที่ถูกต้องเหมาะสม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล	กิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน
ขั้นตอนที่ 1 แนะนำขยายความ ครูให้คำแนะนำเนื้อหาความรู้และ เชื่อมโยงกับกับวัตถุ อธิบายและ ขยายความเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจใน เรื่องที่จะเรียน	(ชั่วโมงที่ 1) ขั้นตอนที่ 1 แนะนำขยายความ 1. ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับรูปของพหุนาม กำลังสองตัวแปรเดียวว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร และนักเรียน สามารถแยกได้หรือไม่ว่าส่วนใดคือสัมประสิทธิ์และส่วนใดคือ ตัวแปร รูปทั่วไปคือ $ax^2 + bx + c$ เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงตัว a ไม่เท่ากับ 0 และ x เป็นตัวแปร 2. ครูให้นักเรียนลองยกตัวอย่าง ของพหุนามดีกรีสองตัวแปร เดียวจากรูปทั่วไป

3. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนว่าให้นักเรียนแต่ละคนลองทำการแยกสัมประสิทธิ์ a , b และ c จากโจทย์ที่กำหนดให้บนกระดาน ดังต่อไปนี้

1. $x^2 - 5x$ (a=1, b=-5, c=0)

2. $m^2 + 15m + 7$ (a=1, b=15, c=7)

3. $x^2 - 10x + 2$ (a=1, b=-10, c=2)

4. $n^2 - 9n + 24$ (a=1, b=-9, c=24)

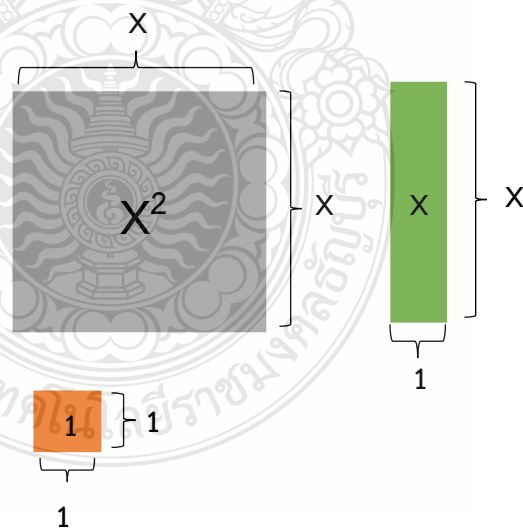
5. $x^2 + 5x + 3x + 12$ (a=1, b=8, c=12)

6. $y^2 - 5y + 2y - 10$ (a=1, b=-3, c=-10)

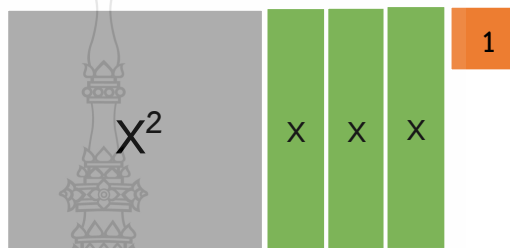
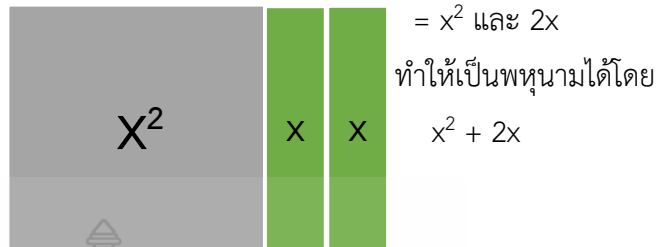
4. จากนั้นทำการสุ่มนักเรียน ขึ้นมาเฉลยคำตอบโดยให้เพื่อนในห้องและคุณร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

(ชั่วโมงที่ 2)

1. ครูชี้แจงความสัมพันธ์ส่วนประกอบของบาร์โมเดลที่มี 3 ขนาดกับตัวแปรและสัมประสิทธิ์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ
ดังรูป



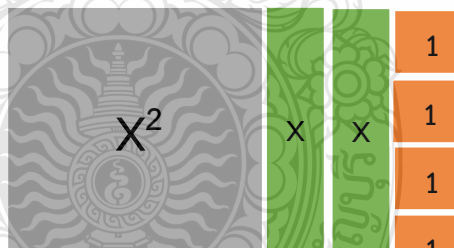
2. ครูตั้งคำถามโดยใช้บาร์โมเดลมาเรียงเป็นพหุนามแล้วให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น



$= x^2, 3x$ และ 1

ทำให้เป็นพหุนามได้โดย

$$x^2 + 3x + 1$$



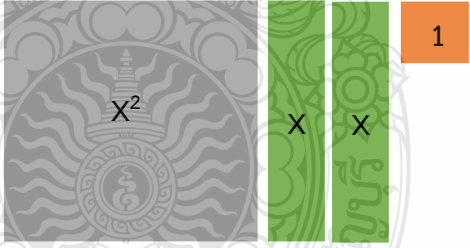
$= 2x^2, 4x$ และ 7

ทำให้เป็นพหุนาม

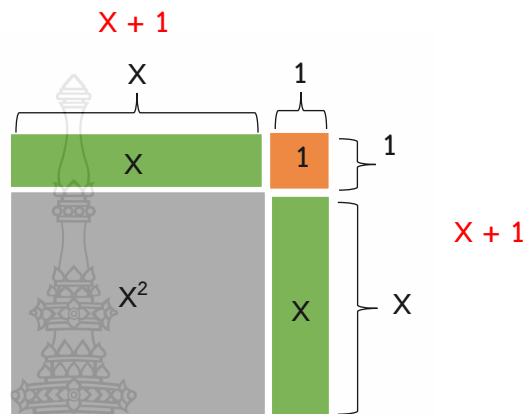
ได้โดย

$$2x^2 + 4x + 7$$

3. ครูทำการสุ่มนักเรียนออกมาหน้ากระดานจากนั้นให้นักเรียนลองตอบคำถามจากการจัดเรียงบาร์โมเดลของคุณครูเพื่อเช็คความเข้าใจของนักเรียน

<p>ขั้นตอนที่ 2 สร้างความคุ้นเคย 2</p> <p>ครูยกตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรมที่เหมาะสม และนำเสนอตัวอย่างวัตถุที่จับต้องได้เพื่อเสริมสร้างความคุ้นเคยและความเข้าใจในแนวคิดคณิตศาสตร์ของนักเรียน พร้อมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตัวอย่าง ให้ผู้เรียนสำรวจและสร้างความคุ้นเคยกับบาร์โมเดล</p>	<p>(ชั่วโมงที่ 3)</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 สร้างความคุ้นเคย</p> <p>1. ครูให้นักเรียนลองสร้างพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวจากบาร์โมเดลลงสมุดของตนเองคนละ 5 ข้อเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวน</p>
<p>ขั้นตอนที่ 3 การจำแนกความรู้</p> <p>ครูให้คำแนะนำพร้อมตั้งคำถามหรือกระตุ้นผู้เรียนให้คิดวิเคราะห์เปรียบเทียบ เชื่อมโยง เกี่ยวกับตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรมที่สอดคล้องกัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง ตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนใช้บาร์โมเดลในการหาคำตอบ</p>	<p>ขั้นตอนที่ 3 การจำแนกความรู้</p> <p>2. ครูชี้แจงว่าจากการจัดเรียงบาร์โมเดลในข้างต้นสามารถนำบาร์โมเดลมาแก้ปัญหาเพื่อแยกตัวประกอบของพหุนามได้โดยการจัดบาร์โมเดลทั้งหมดมาจัดให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p> <p>3. ครูทำการกำหนดโจทย์ต่อไปนี้ $X^2 + 2x + 1$ บนกระดาน</p> <p>4. ทำการสุ่มนักเรียนออกมาหยิบบาร์โมเดล จะได้</p> <div style="text-align: center;">  </div>

5. ครูกระตุ้นความคิดของนักเรียนโดยการตั้งคำถามว่า หากการแยกตัวประกอบของพหุนามข้างต้นสามารถใช้ในการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเข้ามาช่วยนักเรียนคิดว่าหากเรานำบาร์โมเดลทั้งหมดมาจัดเรียงให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยมจะมีวิธีแทนคำตอบได้อย่างไร

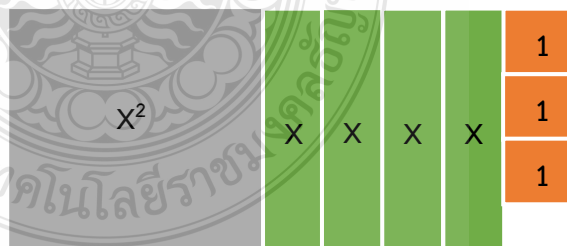


(การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคือ กว้าง X ยาว หรือ ด้าน X ด้าน ดังนั้นเมื่อจัดเรียงเป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วนำความยาวแต่ละด้านมาบวกกันจะได้คำตอบเป็น $(X + 1)(X + 1)$)

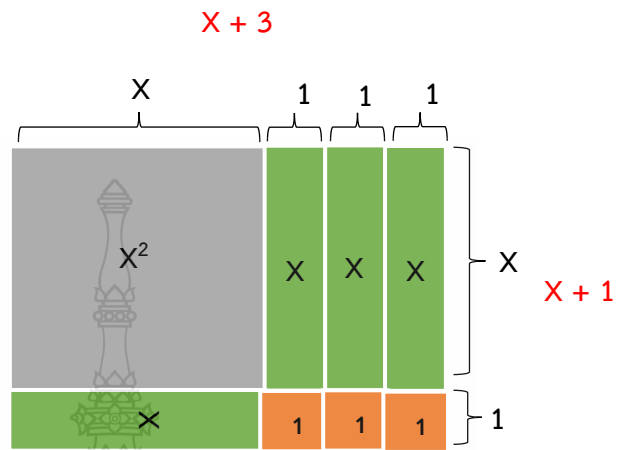
ครูยกตัวอย่างเพิ่มเติม

โดยทำการกำหนดโจทย์ต่อไปนี้เป็น $x^2 + 4x + 3$ บนกระดาน

จากนั้นสุ่มตัวแทนให้นักเรียนทำการออกมาหยิบแท่งบาร์โมเดลตามโจทย์บนกระดาน

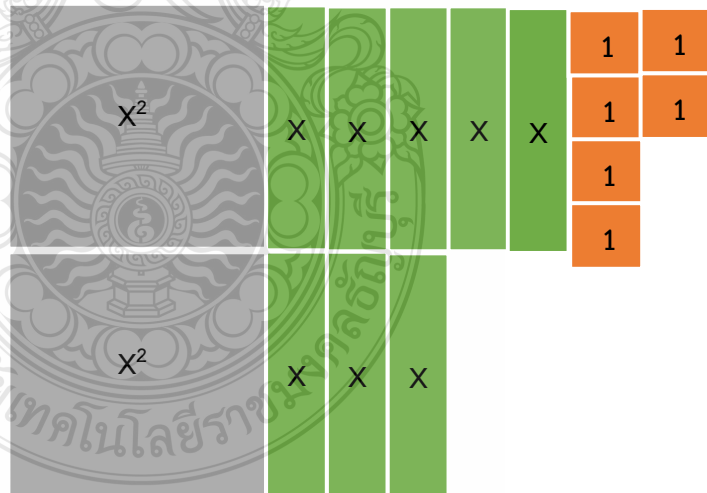


ครูทำการส่นนักเรียนออกมาจัดเรียงบาร์โมเดลเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อหาคำตอบจะได้



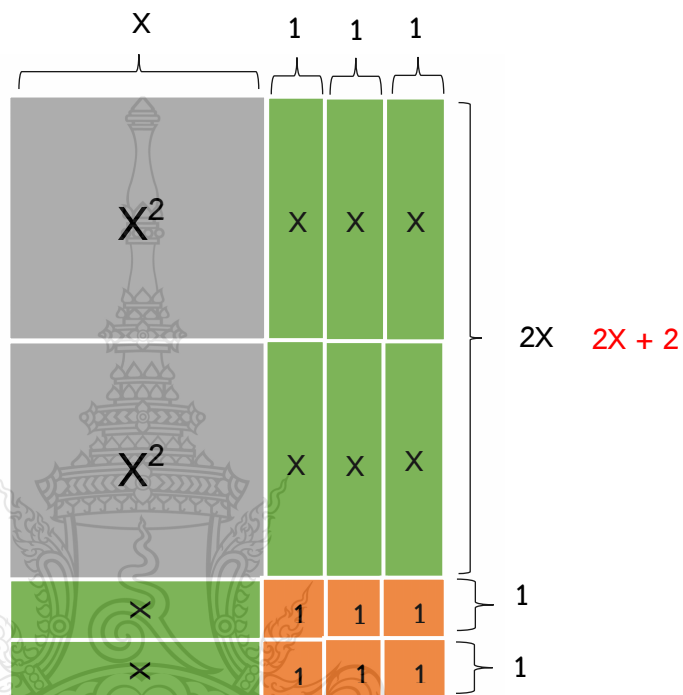
คำตอบเป็น $(x + 3)(x + 1)$

ครูทำการกำหนดตัวอย่างบนกระดานเพิ่มเติมโดยกำหนดโจทย์ดังนี้ $2x^2 + 8x + 6$ และส่นนักเรียนออกมาหีบบาร์โมเดลตามโจทย์



ครูสุ่มนักเรียนออกมาเรียงบาร์โมเดลเป็นรูปสี่เหลี่ยมเพื่อหาคำตอบ

$$X + 3$$

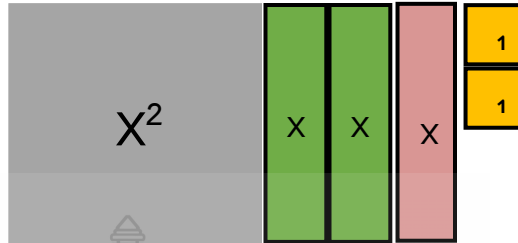


คำตอบเป็น $(X + 3)(2X + 2)$

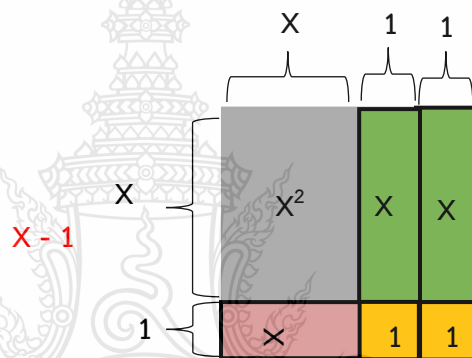
(ชั่วโมงที่ 4)

1. ครูยกตัวอย่างเพิ่มในเรื่องของการแยกตัวประกอบพหุนามที่มีเครื่องหมายลบ โดยครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนว่าถ้าการบวกคือการเพิ่มของพื้นที่ ถ้าเป็นการลบนักเรียนคิดว่าลักษณะของพื้นที่จะเป็นอย่างไร (หากมีเครื่องหมายลบจะวางทับในพื้นที่)

2. ครุยกตัวอย่างบนกระดาน $x^2 - 3x + 2$ ให้นักเรียนหีบ
บาร์โมเดลได้ดังนี้



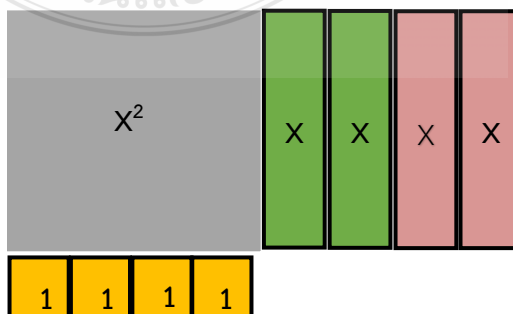
ครูสุ่มนักเรียนออกมาเรียงบาร์โมเดลเป็นรูปสี่เหลี่ยมเพื่อหา
คำตอบ จะได้ $x - 2$

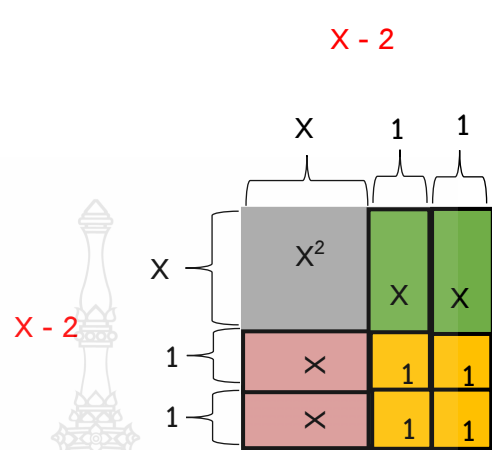


คำตอบเป็น $(x - 2)(x - 1)$

จะเห็นว่าพื้นที่ในส่วนสี่เหลี่ยมถูก
ทับด้วยพื้นที่สี่เหลี่ยมจึงต้องทำการ
เติมสี่เหลี่ยมเข้าไปเพื่อให้ได้พื้นที่สี่
เหลี่ยมเท่าเดิม ซึ่งครบจำนวนบาร์
โมเดลตามโจทย์พอดี

$x^2 - 4x + 4$ ให้นักเรียนหีบบาร์โมเดลได้ดังนี้



	<p>ครูสุ่มนักเรียนออกมาเรียงบาร์โมเดลเป็นรูปสี่เหลี่ยมเพื่อหาคำตอบจะได้</p> <p style="text-align: center;">$X - 2$</p>  <p>คำตอบเป็น $(X - 2)(X - 2)$</p> <p>3. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่ 5 เพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ</p>
<p>ขั้นตอนที่ 4 แนวคิดรูปธรรม</p> <p>ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอแนวคิด สิ่งที่ได้จากการหาคำตอบ โดยการใช้วัตถุที่เป็นรูปธรรมรวมไปถึงสัญลักษณ์นามธรรม</p>	<p>ขั้นตอนที่ 4 แนวคิดรูปธรรม</p> <p>4. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปแนวคิดการการแยกตัวประกอบพหุนาม ที่ได้จากการใช้บาร์โมเดลในการหาคำตอบซึ่งจะได้แนวคิดดังนี้ การแยกตัวประกอบพหุนาม สามารถทำได้โดยจัดเรียงบาร์โมเดลให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยความยาวด้านแต่ละด้าน ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความยาวด้านกว้างกับความยาวด้านยาว คือ ตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว หรือตามหลักการ การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง</p> <p>ในรูป $ax^2 + bx + c$ ทำได้โดย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หาพหุนามดีกรีหนึ่งสองพหุนามที่คูณกันแล้วได้พจน์หน้า คือ ax^2 2. หาจำนวนเต็มสองจำนวนที่คูณกันแล้วได้พจน์หลัง คือ c 3. นำผลที่ได้ในข้อ 1) และข้อ 2) มาหาพจน์กลางจนได้ bx

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

บาร์โมเดล

ชิ้นงาน/ ภาระงาน

แบบฝึกทักษะที่ 5

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว (K) 1.1 นักเรียนสามารถอธิบายพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ถูกต้อง (K)	- การตอบคำถาม	- แบบประเมินการตอบคำถาม	- ผ่านเกณฑ์พอใช้ขึ้นไป
2. นักเรียนมีทักษะในการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ถูกต้อง (P) 2.1 นักเรียนสามารถในการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ถูกต้อง (P)	- การประเมินจากแบบฝึกทักษะที่ 5	แบบฝึกทักษะที่ 5	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อน้ำที่ที่ได้รับมอบหมาย (A) 3.1 นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย (A)	- การสังเกตพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ผ่านเกณฑ์พอใช้ขึ้นไป

แบบประเมินการตอบคำถามของผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ที่	ชื่อ - สกุล	ระดับคะแนน				สรุปประเมินผล
		4	3	2	1	

เกณฑ์การประเมิน

4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ตอบคำถามเกี่ยวกับพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ถูกต้อง และชัดเจน	ตอบคำถามเกี่ยวกับพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	ตอบคำถามเกี่ยวกับพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียวได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	มีการตอบคำถามเกี่ยวกับพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว แต่คำตอบไม่ถูกต้อง

แบบประเมินด้านทักษะและกระบวนการของผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบฝึกทักษะที่ 5

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ข้อ 1-6 (6 คะแนน)	การประเมิน	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน
รวมคะแนนทั้งหมด				
เฉลี่ย				
ร้อยละ				

เกณฑ์การประเมิน : นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ประเมิน

สรุปผลการประเมิน : นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ

นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ

แบบสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง : ครูผู้สอน สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ระหว่างเรียนของนักเรียน ว่ามีการปฏิบัติหรือไม่ ถ้ามีการปฏิบัติในรายการใดให้ขีด ✓ ถ้าไม่มีให้เว้นว่าง

ที่	ชื่อ - สกุล	มีความมุ่งมั่นในการทำงาน			รวม 3 คะแนน
		3	2	1	

เกณฑ์การประเมิน

3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และส่งงานตามกำหนด	มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย เล็กน้อย และส่งงานช้ากว่ากำหนด	ไม่มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และส่งงานช้ากว่ากำหนดเวลา

บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้/ บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน .1

- สอนได้/ครบ ตามแผนการจัดการเรียนรู้
- สอนไม่ได้/ไม่ครบ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจาก.....
.....

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

- จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ
 - จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ
- ได้แก่

3. ปัญหาและอุปสรรค

- กิจกรรมการเรียนรู้ ไม่เหมาะสมกับเวลา
- มีนักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรมไม่ทันตามกำหนดเวลา
- มีนักเรียนที่ไม่สนใจเรียน
- อื่น ๆ

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

- ควรนำแผนไปปรับปรุง เรื่อง.....
- แนวทางแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน
- ไม่มีข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ครูผู้สอน

(นางสาวรัตนภรณ์ ไทยพู่)

...../...../.....

แบบฝึกทักษะที่ 5

เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

1. จงแยกตัวประกอบของ $x^2 + 4x + 4$ โดยวิธีการใช้บาร์โมเดล

2. จงแยกตัวประกอบของ $x^2 + 6x + 9$ โดยวิธีการใช้บาร์โมเดล

3. จงแยกตัวประกอบของ $x^2 + 3x + 2$ โดยวิธีการใช้บาร์โมเดล

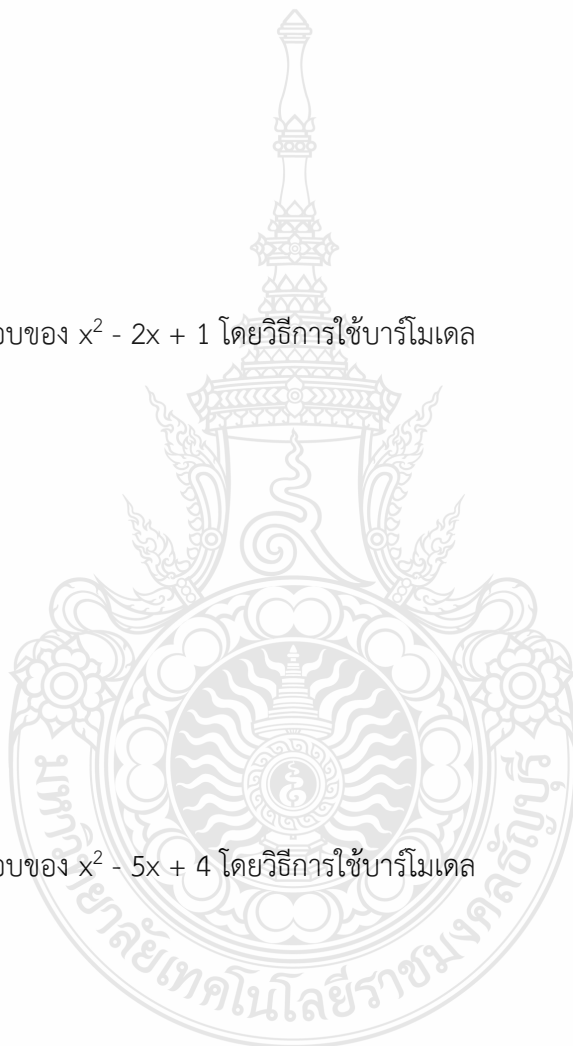
4. จงแยกตัวประกอบของ $x^2 + 6x + 8$ โดยวิธีการใช้บาร์โมเดล



5. จงแยกตัวประกอบของ $3x^2 + 7x + 2$ โดยวิธีการใช้บาร์โมเดล

6. จงแยกตัวประกอบของ $x^2 - 2x + 1$ โดยวิธีการใช้บาร์โมเดล

7. จงแยกตัวประกอบของ $x^2 - 5x + 4$ โดยวิธีการใช้บาร์โมเดล



ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง พหุนามการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

จำนวน 15 ข้อ

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อแล้วเขียนเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่ถูกต้อง

1. ข้อใดต่อไปนี้อาจกล่าวถูกต้อง

ก. เอกนามคือ นิพจน์ที่สามารถเขียนในรูปการบวกของค่าคงตัวกับตัวแปร

ข. $5 - 7a$ เป็นเอกนาม มี -7 และ 5 เป็นค่าคงตัว

ค. $a + b + c$ เป็นเอกนาม

ง. x^2 ไม่เป็นเอกนาม

2. ข้อใดเป็นเอกนามทุกนิพจน์

ก. $2x, x-3, 2x^3$

ข. $2x, x, 2x^3$

ค. $2x, x + 3, 2x^3$

ง. $x, x, 2x^{-3}$

3. สัมประสิทธิ์ของเอกนามในข้อใดเท่ากับ 1

ก. $-x$

ข. x^2y^4

ค. $5xy$

ง. $5^{-1}xy$

4. เอกนามในข้อใดมีสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0

ก. x

ข. -5

ค. 0

ง. 2

5. ผลลัพธ์ของ $-5a^2b + 20a^2b$ คือข้อใด

ก. $-15a^2b$

ข. $15a^2b$

ค. $-25a^2b$

ง. $25a^2b$

6. $(5x + 7) - (2x + 3)$ เท่ากับข้อใด

ก. $3x + 4$

ข. $3x - 4$

ค. $-3x + 4$

ง. $-3x - 4$

7. ข้อใดคือ พหุนามในรูปผลสำเร็จ

ก. $7x^3 - 5 + 3x^4 - 8$

ข. $2x^3 + 3x^2 - 4x + 1$

ค. $-6x^2 + 9x^4 + 3x^2 + 5$

ง. $5 + 8x^2 - 9 + 7x$

8. $4x^3 - 3 - 7x + 5x^2 + 5x^3 - 8x + 8$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. $9x^3 + 5x^2 - 15x + 5$

ข. $9x^3 - 5x^2 - 15x - 5$

ค. $9x^3 - 5x^2 + 15x - 5$

ง. $9x^3 + 5x^2 - 15x + 5$

9. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $(x^2 + x + 1)(x^2)$

ก. $2x^2 + x$

ข. $2x^3 + x^2 + x$

ค. $x^4 + x^3 + x^2$

ง. $2x^4 + 2x^3 + 2x^2$

10. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $(x - 1)(x^2 + 2x - 1)$

ก. $x^3 - x^2 - 3x - 1$

ข. $x^3 - x^2 - 3x + 1$

ค. $x^3 + x^2 + 3x + 1$

ง. $x^3 + x^2 - 3x + 1$

11. ผลคูณของพหุนาม $(2x - 6)^2$ ตรงกับข้อใด

ก. $4x^2 + 24x + 36$

ข. $4x^2 + 24x + 36$

ค. $4x^2 - 24x + 36$

ง. $4x^2 - 24x - 36$

12. ผลลัพธ์ของ $(2a^4 - 3a^2) \div a^2$ เท่ากับข้อใด

ก. $2a^2 - 3$

ข. $2a^2 - 3a$

ค. $2a^2 + 3$

ง. $2a^3 - 3a$

13. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{x^2-2x-3}{x-3}$

ก. $x + 3$

ข. $x + 1$

ค. $-x - 1$

ง. $x - 1$

14. พหุนามในข้อใดไม่สามารถแยกตัวประกอบได้

ก. $x^2 + 1$

ข. $4x^2 - 9$

ค. $x^2 - 10x + 25$

ง. $x^2 - 6x + 9$

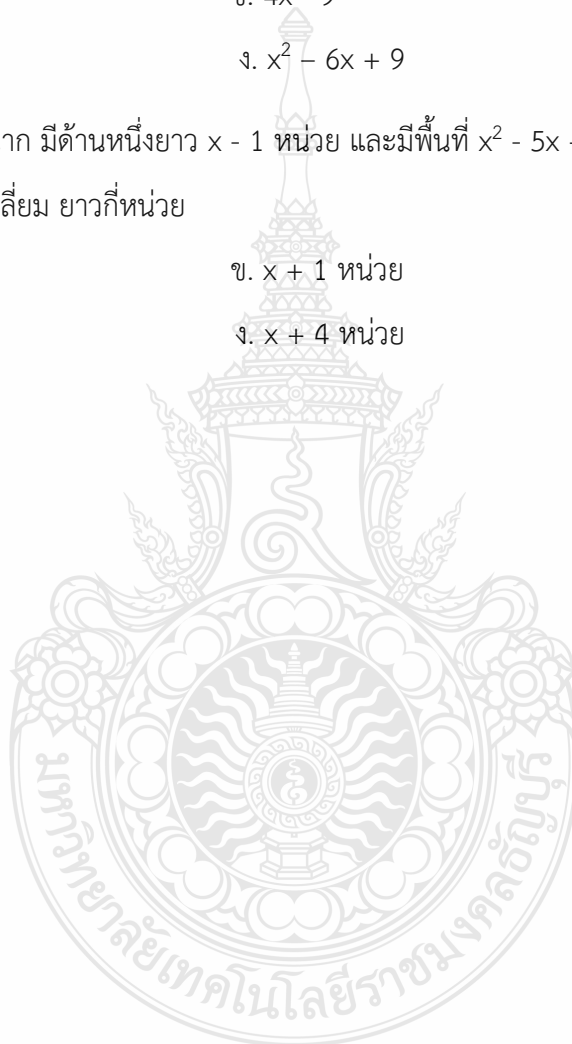
15. ถ้ารูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีด้านหนึ่งยาว $x - 1$ หน่วย และมีพื้นที่ $x^2 - 5x + 4$ ตารางหน่วย จงหาว่าอีกด้านหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยม ยาวกี่หน่วย

ก. $x - 1$ หน่วย

ข. $x + 1$ หน่วย

ค. $x - 4$ หน่วย

ง. $x + 4$ หน่วย



แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

- ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจ มากที่สุด
 ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจ มาก
 ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจ ปานกลาง
 ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจ น้อย
 ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจ น้อยที่สุด

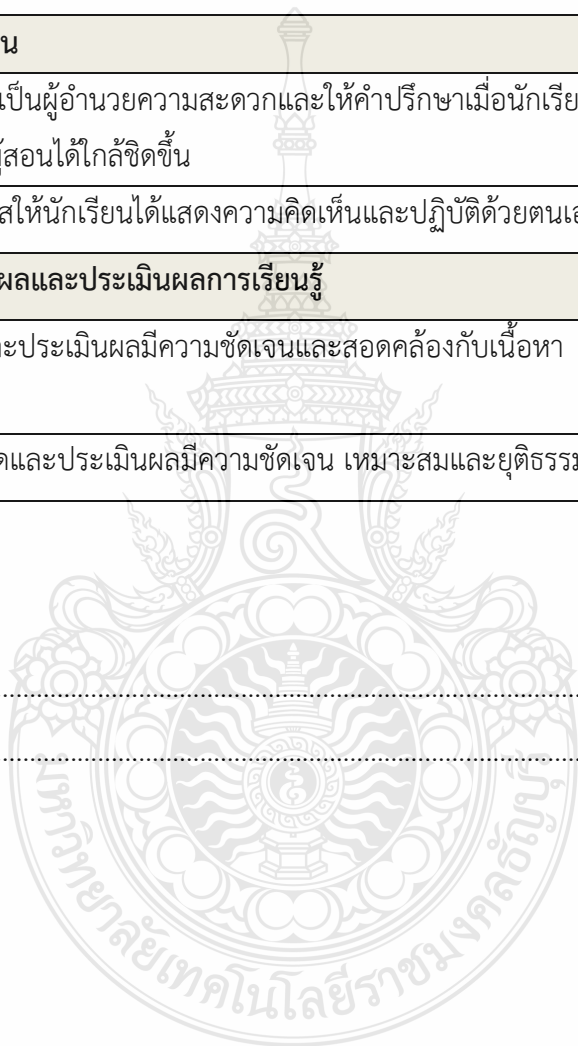
ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้						
1	นักเรียนชอบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล					
2	นักเรียนมีการร่วมแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล						
3	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเป็นไปตามขั้นตอนจากง่ายไปยาก ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี					
4	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น					
5	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลทำให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน					

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านสื่อการเรียนรู้						
6	สื่อการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา					
7	สามารถจูงใจให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียนมากขึ้น					
8	สื่อสนับสนุนการเรียนการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย					
ด้านครูผู้สอน						
9	ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนมีปัญหาครูผู้สอนได้ใกล้ชิดขึ้น					
10	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและปฏิบัติด้วยตนเอง					
ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้						
11	วิธีการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน					
12	เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน เหมาะสมและยุติธรรม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....





ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

- แบบประเมิน IOC แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบประเมิน IOC แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบประเมิน IOC แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว โดยใช้การจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การบวกลบเอกนาม

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับการประเมินความสอดคล้อง (Index of consistency : IOC) ของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

- ระดับการประเมิน + 1 หมายถึง แน่ใจว่าสอดคล้อง ตรงตามวัตถุประสงค์
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้อง ตรงตามวัตถุประสงค์
 - 1 หมายถึง แน่ใจว่ายังไม่สอดคล้อง ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1	ด้านความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับหลักสูตร				
	1.1 ตัวชี้วัดสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน				
	1.2 ตัวชี้วัดครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์				
2	ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้				
	2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ				
	2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย				
	2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย				
	2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย				
3	ด้านสาระสำคัญ				
	3.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้				
	3.2 เหมาะสมกับผู้เรียน				

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
4	ด้านสื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้				
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา				
	4.2 ลักษณะของสื่อมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้				
	4.3 กระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน				
5	ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล				
	5.1 จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลได้ ตรงตามวัตถุประสงค์และสาระการเรียนรู้				
	5.2 ระบุขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ครบตามขั้นตอน				
	5.3 ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล				
6	ด้านการวัดและประเมินผล				
	6.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ ของแผนการจัดการเรียนรู้				
	6.2 รูปแบบการวัดและประเมินผลมีความถูกต้องและ เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน				
	6.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดและประเมินผล มีความเหมาะสมกับผู้เรียน				

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้
เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว
โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่ โดยการพิจารณาให้น้ำหนัก ดังนี้

- 1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด
- 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่
- +1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
บอก สัมประสิทธิ์ และตัวแปร ของเอกนามได้	1.ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง ก. เอกนามคือนิพจน์ที่สามารถเขียนในรูปการณ บวกของค่าคงตัวกับตัวแปร ข. 5 – 7a เป็นเอกนาม มี – 7 และ 5 เป็น ค่าคงตัว ค. $a + b + c$ เป็นเอกนาม ง. x^2 ไม่เป็นเอกนาม				
บอก สัมประสิทธิ์ และตัวแปร ของเอกนามได้	2. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้อง ก. 1 เป็นเอกนาม ข. ตัวเลขหรือค่าคงตัวเป็นเอกนาม ค. เอกนามต้องมีเลขชี้กำลังของตัวแปรเป็น จำนวนเต็มเท่านั้น ง. เอกนามต้องมีเลขชี้กำลังของตัวแปรเป็นศูนย์ หรือจำนวนเต็มบวก				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	น้ำหนัก			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
บอกได้ว่า เอกนามใด เป็นเอกนาม ที่คล้ายกัน	3. ข้อใดเป็นเอกนามทุกนิพจน์ ก. $2x, x-3, 2x^3$ ข. $2x, x, 2x^3$ ค. $2x, x + 3, 2x^3$ ง. $2x, x, 2x^{-3}$				
บอกได้ว่า เอกนามใด เป็นเอกนาม ที่คล้ายกัน	4. เอกนามในข้อใดเป็นเอกนามที่คล้ายกับ เอกนาม $5xy^2 z^3$ ก. $5ab^2 c^3$ ข. $5x^2 yz^3$ ค. $3a^2 bc^3$ ง. $y^2 xz^3$				
บอกได้ว่า เอกนามใด เป็นเอกนาม ที่คล้ายกัน	5. เอกนามในข้อใดต่อไปนี้ เป็นเอกนามที่คล้ายกัน ก. x, x^2, x^3, x^4 ข. $y, -xy, -2y, -4xy$ ค. $2xy, 2yx^2, 2xy^2, 2x^2y^2$ ง. $-rs^2, 2s^2r, 5rs^2, 11s^2r$				
บอก สัมประสิทธิ์ และตัวแปร ของเอกนามได้	6. สัมประสิทธิ์ของเอกนามในข้อใดเท่ากับ 1 ก. $-x$ ข. x^2y^4 ค. $5xy$ ง. $5^{-1}xy$				
บอก สัมประสิทธิ์ และตัวแปร ของเอกนามได้	7. เอกนามในข้อใดมีสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0 ก. x ข. -5 ค. 0 ง. 2				
หาผลบวกและ ผลลบของ เอกนามได้	8. ผลลัพธ์ของ $5x + (-8x)$ คือข้อใด ก. $-13x$ ข. $-3x$ ค. $3x$ ง. $13x$				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	น้ำหนัก			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
หาผลบวกและ ผลลบของ เอกนามได้	9. ผลลัพธ์ของ $-5a^2b + 20a^2b$ คือข้อใด ก. $-15a^2b$ ข. $15a^2b$ ค. $-25a^2b$ ง. $25a^2b$				
หาผลบวกและ ผลลบของ พหุนามในรูป ผลสำเร็จ	10. ข้อใดเป็นผลบวกของ $6x + 5$ กับ $3x - 8$ ก. $9x + 3$ ข. $9x - 3$ ค. $11x - 11$ ง. $9x - 3$				
หาผลบวกและ ผลลบของ พหุนามในรูป ผลสำเร็จ	11. ข้อใดเป็นผลบวกของ $y^2 - 4y + 1$ กับ $y + 2$ ก. $y^2 - 4y + 3$ ข. $y^2 - 3y + 3$ ค. $2y^2 - 2y + 1$ ง. $2y^2 - 6y + 1$				
หาผลบวกและ ผลลบของ พหุนามในรูป ผลสำเร็จ	12. $(5x + 7) - (2x + 3)$ เท่ากับข้อใด ก. $3x + 4$ ข. $3x - 4$ ค. $-3x + 4$ ง. $-3x - 4$				
หาผลบวกและ ผลลบของ พหุนามในรูป ผลสำเร็จ	12. $(5x + 7) - (2x + 3)$ เท่ากับข้อใด ก. $3x + 4$ ข. $3x - 4$ ค. $-3x + 4$ ง. $-3x - 4$				
หาผลบวกและ ผลลบของ พหุนามในรูป ผลสำเร็จ	13. $(2x^2 - 6x - 5) - (x^2 - 3x - 5)$ เท่ากับข้อใด ก. $x^2 - 3x$ ข. $-x^2 - 3x$ ค. $x^2 + 3x$ ง. $-x^2 + 3x$				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	น้ำหนัก			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
เขียนพหุนาม ในรูปผลสำเร็จ	14. ข้อใดคือพหุนามในรูปผลสำเร็จ ก. $7x^3 - 5 + 3x^4 - 8$ ข. $2x^3 + 3x^2 - 4x + 1$ ค. $-6x^2 + 9x^4 + 3x^2 + 5$ ง. $5 + 8x^2 - 9 + 7x$				
หาผลบวกและ ผลลบของ พหุนามในรูป ผลสำเร็จ	15. $4x^3 - 3 - 7x + 5x^2 + 5x^3 - 8x + 8$ มีค่า ตรงกับข้อใด ก. $9x^3 + 5x^2 - 15x + 5$ ข. $9x^3 - 5x^2 - 15x - 5$ ค. $9x^3 - 5x^2 + 15x - 5$ ง. $9x^3 + 5x^2 - 15x + 5$				
หาผลคูณของ พหุนาม	16. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $(9x^2 - 7)(4x)$ ก. $28x - 36x^3$ ข. $36x^3 + 28x$ ค. $28x + 36x^3$ ง. $36x^3 - 28x$				
หาผลคูณของ พหุนาม	17. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $(x^2 + x + 1)(x^2)$ ก. $2x^2 + x$ ข. $2x^3 + x^2 + x$ ค. $x^4 + x^3 + x^2$ ง. $2x^4 + 2x^3 + 2x^2$				
หาผลคูณของ พหุนาม	18. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $(3x - 5)(2x + 1)$ ก. $6x^2 - 7x - 5$ ข. $6x^2 - 7x + 5$ ค. $6x^2 - 13x - 5$ ง. $6x^2 + 7x - 5$				
หาผลคูณของ พหุนาม	19. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $(x - 1)(x^2 + 2x - 1)$ ก. $x^3 - x^2 - 3x - 1$ ข. $x^3 - x^2 - 3x + 1$ ค. $x^3 + x^2 + 3x + 1$ ง. $x^3 + x^2 - 3x + 1$				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	น้ำหนัก			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
หาผลคูณของพหุนาม	20. ผลคูณของพหุนาม $(2x - 6)^2$ ตรงกับข้อใด ก. $4x^2 + 24x + 36$ ข. $4x^2 + 24x + 36$ ค. $4x^2 - 24x + 36$ ง. $4x^2 - 24x - 36$				
หาผลคูณของพหุนาม	21. ผลคูณของพหุนามกับพหุนามในข้อใดถูกต้อง ก. $(x + 2)(x + 5) = x^2 + 7x + 10$ ข. $(2x - 3)(x + 4) = 2x^2 + 5x - 12$ ค. $(x - 6)(2x^2 - 5) = 2x^3 - 12x^2 - 5x + 30$ ง. ถูกทุกข้อ				
หารพหุนามด้วยเอกนาม	22. ผลลัพธ์ของ $(2a^4 - 3a^2) \div a^2$ เท่ากับเท่าใด ก. $2a^2 - 3$ ข. $2a^2 - 3a$ ค. $2a^2 + 3$ ง. $2a^3 - 3a$				
หารพหุนามด้วยเอกนาม	23. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{3x^3 - 6x^2 - 3x}{3x}$ ก. $x^2 + 3$ ข. $x^2 - 3x - 1$ ค. $x^3 - 2x - 1$ ง. $x^2 + 3x + 1$				
หารพหุนามด้วยเอกนาม	24. ข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{x^2 - 2x - 3}{x - 3}$ ก. $x + 3$ ข. $x + 1$ ค. $-x - 1$ ง. $x - 1$				
หารพหุนามด้วยเอกนาม	25. ผลลัพธ์ในข้อใดมีค่าเท่ากับ $-10a^8 b^2$ ก. $60a^9 b^8 \div 6ab^6$ ข. $-60a^9 b^8 \div 6ab^6$ ค. $60a^9 b^{10} \div 6a^2 b^5$ ง. $60a^9 b^{10} \div (-6a^2 b^5)$				

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
เรื่อง พหุนามและการแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว
โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้น โดยการพิจารณาให้น้ำหนัก ดังนี้

- 1 คือ แน่ใจ ว่าข้อนั้นไม่สอดคล้อง
- 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อนั้นสอดคล้องหรือไม่
- +1 คือ แน่ใจ ว่าข้อนั้นสอดคล้อง

ข้อที่	รายการ	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ด้านบรรยากาศการเรียนรู้					
1	นักเรียนชอบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล				
2	กิจกรรมการเรียนรู้สร้างความสนใจนักเรียนได้ดี				
3	นักเรียนมีการร่วมแสดงความคิดเห็นในห้องเรียน				
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล					
4	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลเป็นไปตามขั้นตอนจากง่ายไปยากทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี				
5	มีการทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนเรียน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นและมีประโยชน์สำหรับนักเรียน				
6	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น				
7	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลทำให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน				

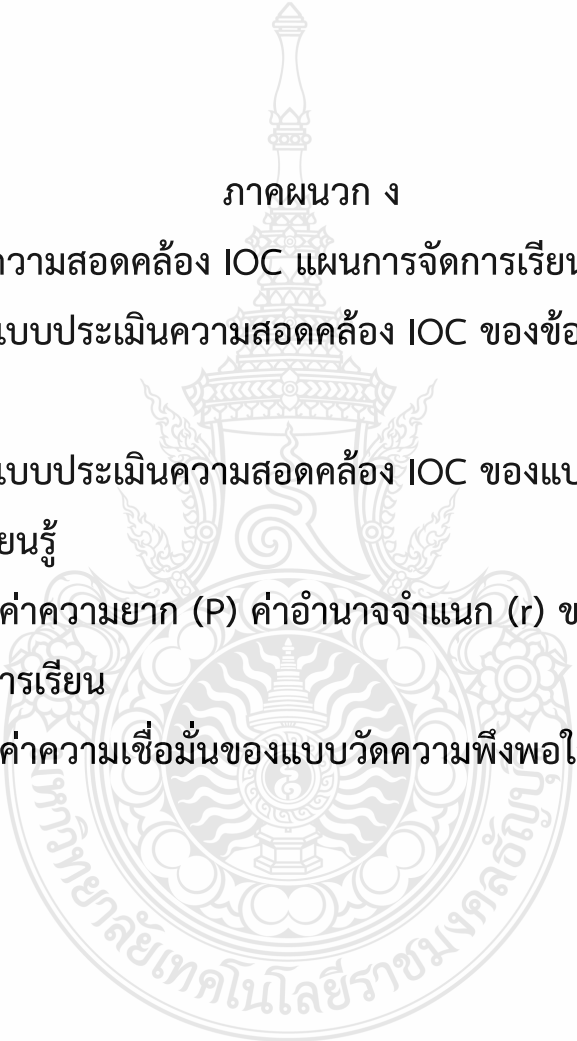
ข้อที่	รายการ	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ด้านสื่อการเรียนรู้					
8	สื่อการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา				
9	สามารถจูงใจให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียนมากขึ้น				
10	สื่อสนับสนุนการเรียนการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย				
ด้านครูผู้สอน					
11	ครูเอาใจใส่และให้ความเป็นกันเองกับนักเรียนช่วยส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนรู้				
12	ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนมีปัญหาครูผู้สอนได้ใกล้ชิดขึ้น				
13	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและปฏิบัติด้วยตนเอง				
ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้					
14	วิธีการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน				
15	เกณฑ์การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน เหมาะสม และยุติธรรม				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)



ภาคผนวก ง

- ผลการประเมินความสอดคล้อง IOC แผนการจัดการเรียนรู้
- ผลการประเมินแบบประเมินความสอดคล้อง IOC ของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ผลการประเมินแบบประเมินความสอดคล้อง IOC ของแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจ

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การบวกลบเอกนาม

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1	ด้านความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับหลักสูตร								
	1.1 ตัวชี้วัดสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	1.2 ตัวชี้วัดครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
2	ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
	2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	ด้านสาระสำคัญ								
	3.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	3.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ					รวม	IOC	แปลผล
		ผู้เชี่ยวชาญ							
		1	2	3	4	5			
4	ด้านสื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้								
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	4.2 ลักษณะของสื่อมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	4.3 กระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล								
	5.1 จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลได้ตรงตามวัตถุประสงค์และสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	5.2 ระบุขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลครบตามขั้นตอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	5.3 ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

6	ด้านการวัดและประเมินผล								
	6.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสม ตรงตามจุดประสงค์ของแผนการ จัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	6.2 รูปแบบการวัดและประเมินผลมี ความถูกต้องและเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	6.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการ วัดและประเมินผลมีความเหมาะสม กับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง



ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การบวกลบพหุนาม

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1	ด้านความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับหลักสูตร								
	1.1 ตัวชี้วัดสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	1.2 ตัวชี้วัดครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
	2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	ด้านสาระสำคัญ								
	3.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	3.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
4	ด้านสื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้								
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้และเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	4.2 ลักษณะของสื่อมีความ เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	4.3 กระตุ้นความสนใจและ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
5	ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิด Concrete-Pictorial- Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล								
	5.1 จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด Concrete-Pictorial- Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ได้ตรง ตามวัตถุประสงค์และสาระการ เรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	5.2 ระบุขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด Concrete-Pictorial- Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ครบตามขั้นตอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	5.3 ระยะเวลาที่กำหนดมีความ เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด Concrete-Pictorial- Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

6	ด้านการวัดและประเมินผล								
	6.1 การวัดและประเมินผล เหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของ แผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	6.2 รูปแบบการวัดและประเมินผล มีความถูกต้องและเหมาะสมกับ กิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	6.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการ วัดและประเมินผลมีความเหมาะสม กับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง



ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การคูณพหุนาม

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1	ด้านความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับหลักสูตร								
	1.1 ตัวชี้วัดสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	1.2 ตัวชี้วัดครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
	2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	ด้านสาระสำคัญ								
	3.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	3.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
4	ด้านสื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้								
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	4.2 ลักษณะของสื่อมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	4.3 กระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล								
	5.1 จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลได้ตรงตามวัตถุประสงค์และสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	5.2 ระบุขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลครบตามขั้นตอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	5.3 ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

6	ด้านการวัดและประเมินผล								
	6.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	6.2 รูปแบบการวัดและประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	6.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง



ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การหารพหุนาม

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1	ด้านความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับหลักสูตร								
	1.1 ตัวชี้วัดสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	1.2 ตัวชี้วัดครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
	2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	ด้านสาระสำคัญ								
	3.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	3.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
4	ด้านสื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้								
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	4.2 ลักษณะของสื่อมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	4.3 กระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล								
	5.1 จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลได้ตรงตามวัตถุประสงค์และสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	5.2 ระบุขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลครบตามขั้นตอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	5.3 ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

6	ด้านการวัดและประเมินผล								
	6.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	6.2 รูปแบบการวัดและประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	6.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง



ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1	ด้านความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับหลักสูตร								
	1.1 ตัวชี้วัดสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	1.2 ตัวชี้วัดครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้								
	2.1 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านพุทธิพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.3 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านทักษะพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	2.4 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการที่วัดด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	ด้านสาระสำคัญ								
	3.1 ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	3.2 เหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
4	ด้านสื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้								
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	4.2 ลักษณะของสื่อมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	4.3 กระตุ้นความสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล								
	5.1 จัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลได้ตรงตามวัตถุประสงค์และสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	5.2 ระบุขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดลครบตามขั้นตอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	5.3 ระยะเวลาที่กำหนดมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

6	ด้านการวัดและประเมินผล								
	6.1 การวัดและประเมินผลเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	6.2 รูปแบบการวัดและประเมินผลมีความถูกต้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
	6.3 การกำหนดเกณฑ์พิจารณาการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง



ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้

ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5			
ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้

ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5			
ข้อที่ 21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง



ผลการวิเคราะห์ของแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล
 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง

ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
ข้อที่ 1	0.50	0.29	ใช้ได้
ข้อที่ 2	0.43	0.00	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 3	0.50	0.29	ใช้ได้
ข้อที่ 4	0.43	0.29	ใช้ได้
ข้อที่ 5	0.43	0.41	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 6	0.32	0.36	ใช้ได้
ข้อที่ 7	0.71	0.29	ใช้ได้
ข้อที่ 8	0.46	0.21	ใช้ได้
ข้อที่ 9	0.46	0.36	ใช้ได้
ข้อที่ 10	0.61	0.64	ใช้ได้
ข้อที่ 11	0.50	0.29	ใช้ได้
ข้อที่ 12	0.39	0.36	ใช้ได้
ข้อที่ 13	0.46	0.36	ใช้ได้
ข้อที่ 14	0.50	0.29	ใช้ได้
ข้อที่ 15	0.46	0.36	ใช้ได้
ข้อที่ 16	0.46	0.50	ใช้ได้
ข้อที่ 17	0.43	0.57	ใช้ได้
ข้อที่ 18	0.46	0.50	ใช้ได้
ข้อที่ 19	0.43	0.43	ใช้ได้
ข้อที่ 20	0.29	0.29	ใช้ได้
ข้อที่ 21	0.50	0.00	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 22	0.43	0.29	ใช้ได้
ข้อที่ 23	0.36	0.29	ใช้ได้
ข้อที่ 24	0.50	0.29	ใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
ข้อที่ 25	0.54	0.21	ใช้ได้
ข้อที่ 26	0.50	0.43	ใช้ได้
ข้อที่ 27	0.50	0.14	ใช้ไม่ได้
ข้อที่ 28	0.39	0.21	ใช้ได้
ข้อที่ 29	0.46	0.21	ใช้ได้
ข้อที่ 30	0.57	0.29	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.79



ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจ

เลขที่	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12	รวม
1	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	58
2	4	5	5	5	5	5	5	5	4	2	5	5	55
3	5	4	4	4	3	4	4	5	5	3	3	3	47
4	5	4	3	4	5	4	4	5	5	3	3	3	48
5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	3	2	2	47
6	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	58
7	5	4	4	4	5	2	5	4	5	3	4	4	49
8	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	56
9	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	57
10	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	54
11	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	57
12	5	3	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	56
13	4	5	5	5	5	3	5	4	5	4	4	4	53
14	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	43
15	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	54
16	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	56
17	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	54
18	4	3	4	5	5	5	3	5	5	5	5	3	52
19	3	3	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	51
20	3	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	50
21	5	3	5	5	4	4	5	5	3	3	4	4	50
22	3	3	5	4	5	5	3	5	5	4	4	4	50
23	3	3	4	4	5	5	5	5	3	4	4	4	49
24	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	54
25	3	3	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	52

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจ (ต่อ)

เลขที่	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12	รวม
26	4	3	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	51
27	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	57
28	4	5	5	4	5	4	2	5	4	5	4	4	50
29	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	57
S_i^2	0.62	0.64	0.33	0.26	0.28	0.54	0.68	0.17	0.40	0.68	0.64	0.65	
S_t^2	14.97												

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งหมด เท่ากับ 0.63





ภาคผนวก จ

- ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- คะแนนแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D ²
1	7.00	10.00	3.00	9.00
2	4.00	13.00	9.00	81.00
3	5.00	11.00	6.00	36.00
4	5.00	12.00	7.00	49.00
5	6.00	11.00	5.00	25.00
6	2.00	11.00	9.00	81.00
7	12.00	14.00	2.00	4.00
8	9.00	12.00	3.00	9.00
9	2.00	11.00	9.00	81.00
10	4.00	11.00	7.00	49.00
11	12.00	14.00	2.00	4.00
12	6.00	12.00	6.00	36.00
13	2.00	12.00	10.00	100.00
14	5.00	10.00	5.00	25.00
15	7.00	13.00	6.00	36.00
16	4.00	9.00	5.00	25.00
17	6.00	10.00	4.00	16.00
18	3.00	13.00	10.00	100.00
19	2.00	9.00	7.00	49.00
20	3.00	11.00	8.00	64.00
21	7.00	10.00	3.00	9.00
22	4.00	11.00	7.00	49.00
23	6.00	13.00	7.00	49.00
24	5.00	10.00	5.00	25.00

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D ²
25	4.00	13.00	9.00	81.00
26	6.00	10.00	4.00	16.00
27	14.00	14.00	0.00	0.00
28	8.00	10.00	2.00	4.00
29	6.00	11.00	5.00	25.00
\bar{X}	5.72	11.41		
S.D.	3.02	1.48		



คะแนนแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล

เลขที่	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12	รวม
1	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	58
2	4	5	5	5	5	5	5	5	4	2	5	5	55
3	5	4	4	4	3	4	4	5	5	3	3	3	47
4	5	4	3	4	5	4	4	5	5	3	3	3	48
5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	3	2	2	47
6	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	58
7	5	4	4	4	5	2	5	4	5	3	4	4	49
8	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	56
9	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	57
10	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	54
11	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	57
12	5	3	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	56
13	4	5	5	5	5	3	5	4	5	4	4	4	53
14	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	43
15	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	54
16	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	56
17	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	54
18	4	3	4	5	5	5	3	5	5	5	5	3	52
19	3	3	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	51
20	3	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	50
21	5	3	5	5	4	4	5	5	3	3	4	4	50
22	3	3	5	4	5	5	3	5	5	4	4	4	50
23	3	3	4	4	5	5	5	5	3	4	4	4	49
24	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	54
25	3	3	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	52

คะแนนแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับบาร์โมเดล (ต่อ)

เลขที่	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	ข้อ 6	ข้อ 7	ข้อ 8	ข้อ 9	ข้อ 10	ข้อ 11	ข้อ 12	รวม
26	4	3	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	51
27	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	57
28	4	5	4	4	5	4	2	5	4	5	4	4	50
29	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	57



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวรัตนารณ์ ไทยพู
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 24 สิงหาคม 2537
ที่อยู่	150 หมู่ 2 ตำบลตาพระยา อำเภอตาพระยา จังหวัดสระแก้ว 27180
การศึกษา	ปริญญาตรี เอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
ประสบการณ์ทำงาน	พ.ศ. 2562 – ปัจจุบัน ครูโรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
โทรศัพท์	080 0426550
อีเมล	rattanaporn_t@rmutt.ac.th

