



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง
เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

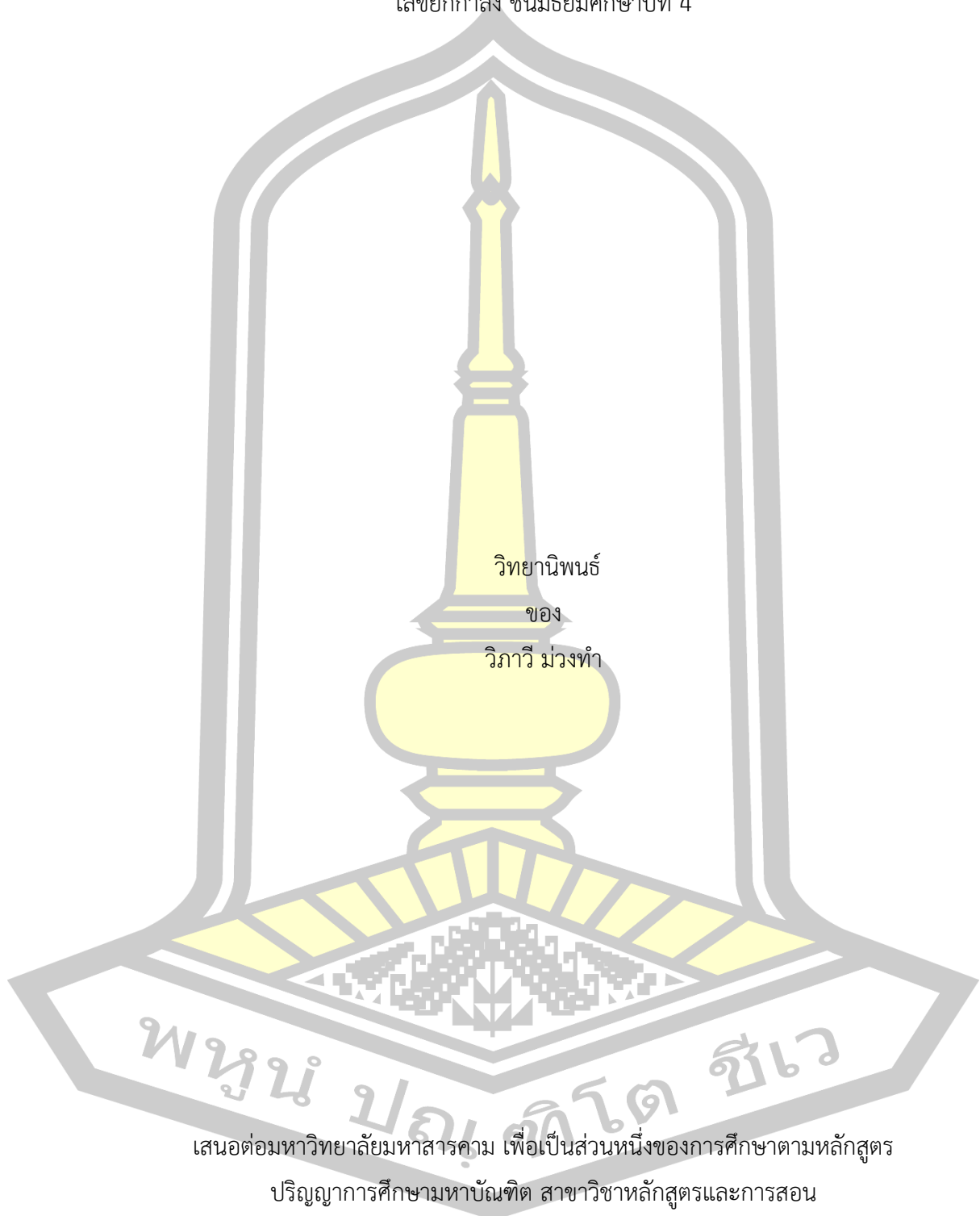
วิทยานิพนธ์
ของ
วิภาวี ม่วงท่า

พหุ ประจักษ์ วิเว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ตุลาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง
เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

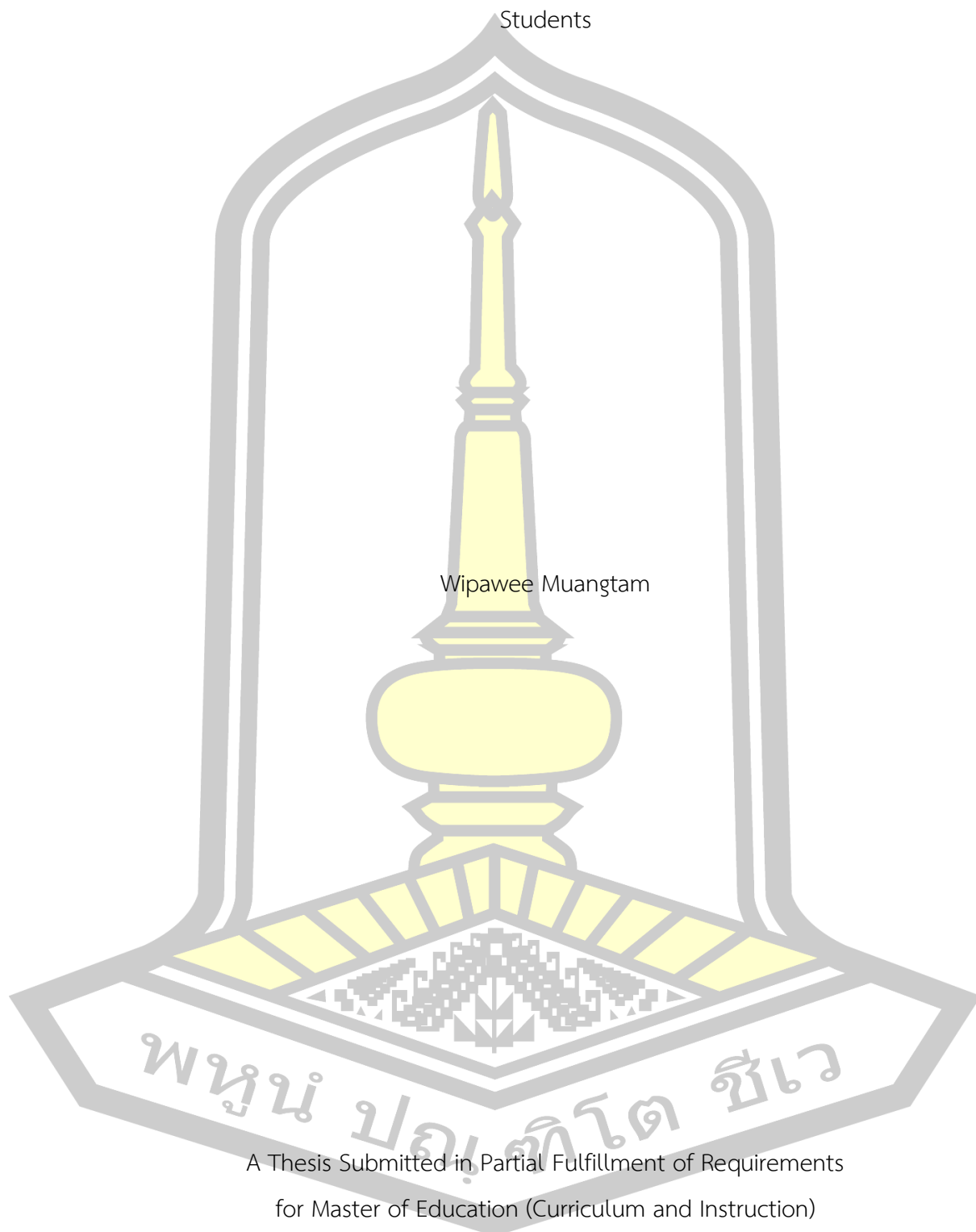


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ตุลาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Integrated Learning TPACK Model in Exponent of seventh-Grade
Students



Wipawee Muangtam

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

October 2023

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาววิภาวี ม่วงท่า แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. อพันธ์ พูลพทุฐธา)

..... กรรมการ

(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแหง)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแหง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
ผู้วิจัย	วิภาวี ม่วงท่า		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. อพันธ์ พูลพทุฐา		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนแวงน้อยศึกษา อำเภอแวงน้อย จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขอนแก่น จำนวน 31 คน จำนวน 1 ห้อง ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละความก้าวหน้า

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 78.54/73.55 ซึ่ง

เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีร้อยละความก้าวหน้า เท่ากับ 30.32

3. นักเรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบบูรณาการ, เทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ, เลขยกกำลัง



TITLE The Development of Integrated Learning TPACK Model in Exponent of seventh-Grade Students

AUTHOR Wipawee Muangtam

ADVISORS Associate Professor Apantee Poonputta , Ed.D.

DEGREE Master of Education **MAJOR** Curriculum and Instruction

UNIVERSITY Maharakham University **YEAR** 2023

ABSTRACT

The objectives of the research were: 1) to develop the lesson plans for “Exponent” of Mathematics by using Integrated Learning TPACK Model on the efficiency of the process and the overall result (E1/E2) at the established criteria of 70/70; 2) to compare the students’ learning achievement in “Exponent” of seventh-grade students before and after by using Integrated Learning TPACK Model; 3) to study the students’ satisfaction with Integrated Learning TPACK Model. The research samples were thirty-one seventh-students of class 1 in the 2nd semester of the academic year 2022 at Waengnoisuksa School in Khon Kaen Province. They were selected by cluster Random Sampling. The instruments used in this study were lesson plans, an achievement test, and a questionnaire on students’ satisfaction. The statistics used for analyzing the collected data were mean, standard deviation, percentage, and gain score.

The research results showed that:

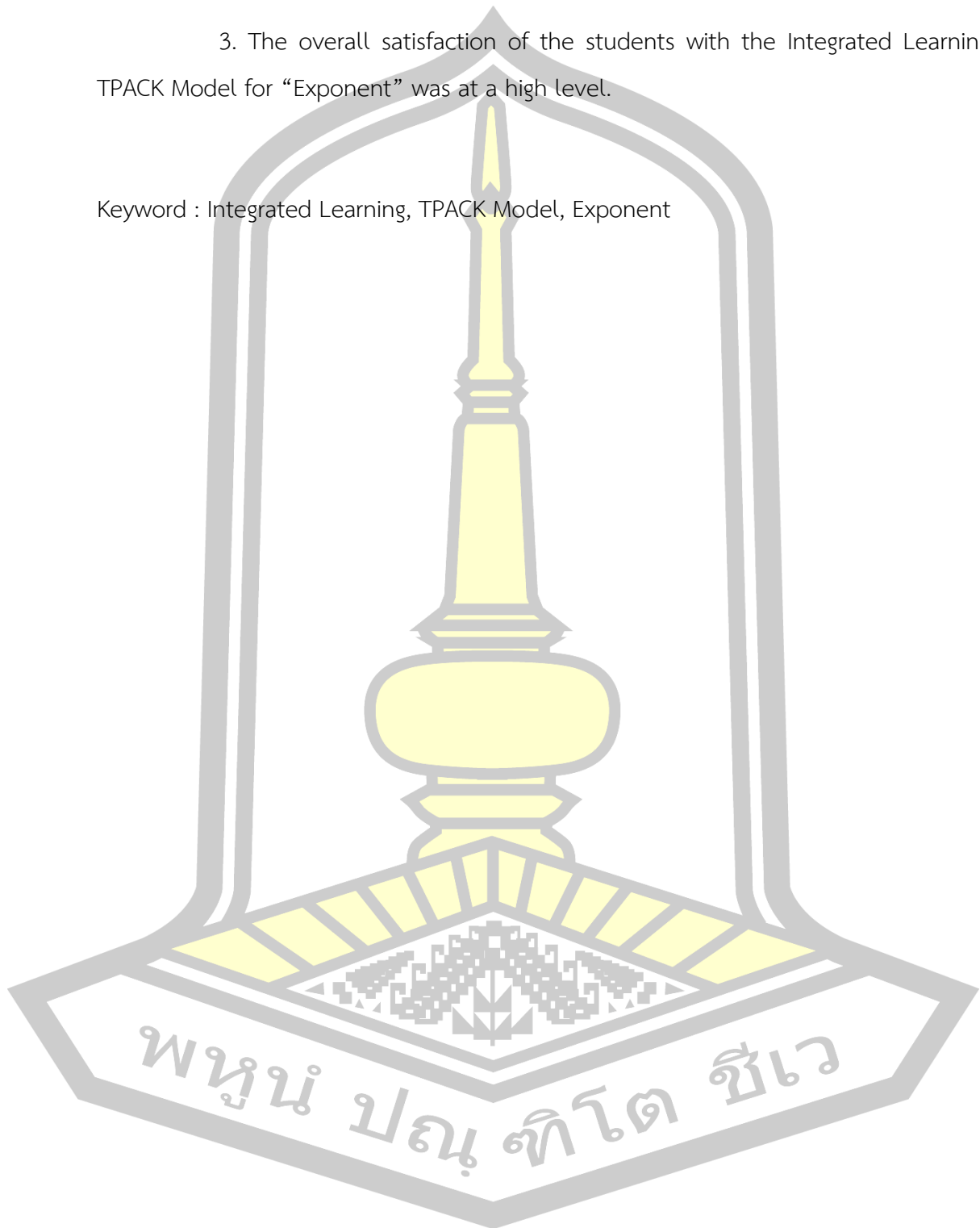
1. The average efficiency of the lesson plans for “Exponent” by using Integrated Learning TPACK Model with exercises was 78.54/73.55, which was higher than the established criteria.

2. The mean score of the 1st grade students for “Exponent” by using Integrated Learning TPACK Model was significantly higher than that of before using

the Problem-Based Learning Model.

3. The overall satisfaction of the students with the Integrated Learning TPACK Model for “Exponent” was at a high level.

Keyword : Integrated Learning, TPACK Model, Exponent



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างสูงยิ่งจากท่านผู้เชี่ยวชาญและคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ในด้านข้อมูลและรายละเอียด ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ อาจารย์ ดร.สาวิตรี ราญมีชัย อาจารย์ ดร.รัตติกาล สารกอน นายสรรัชศิลป์ พิทักษ์พุทธ และนางนฤมล ไสยศาล ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน และรับรองเครื่องมือวิจัยที่พัฒนาขึ้น

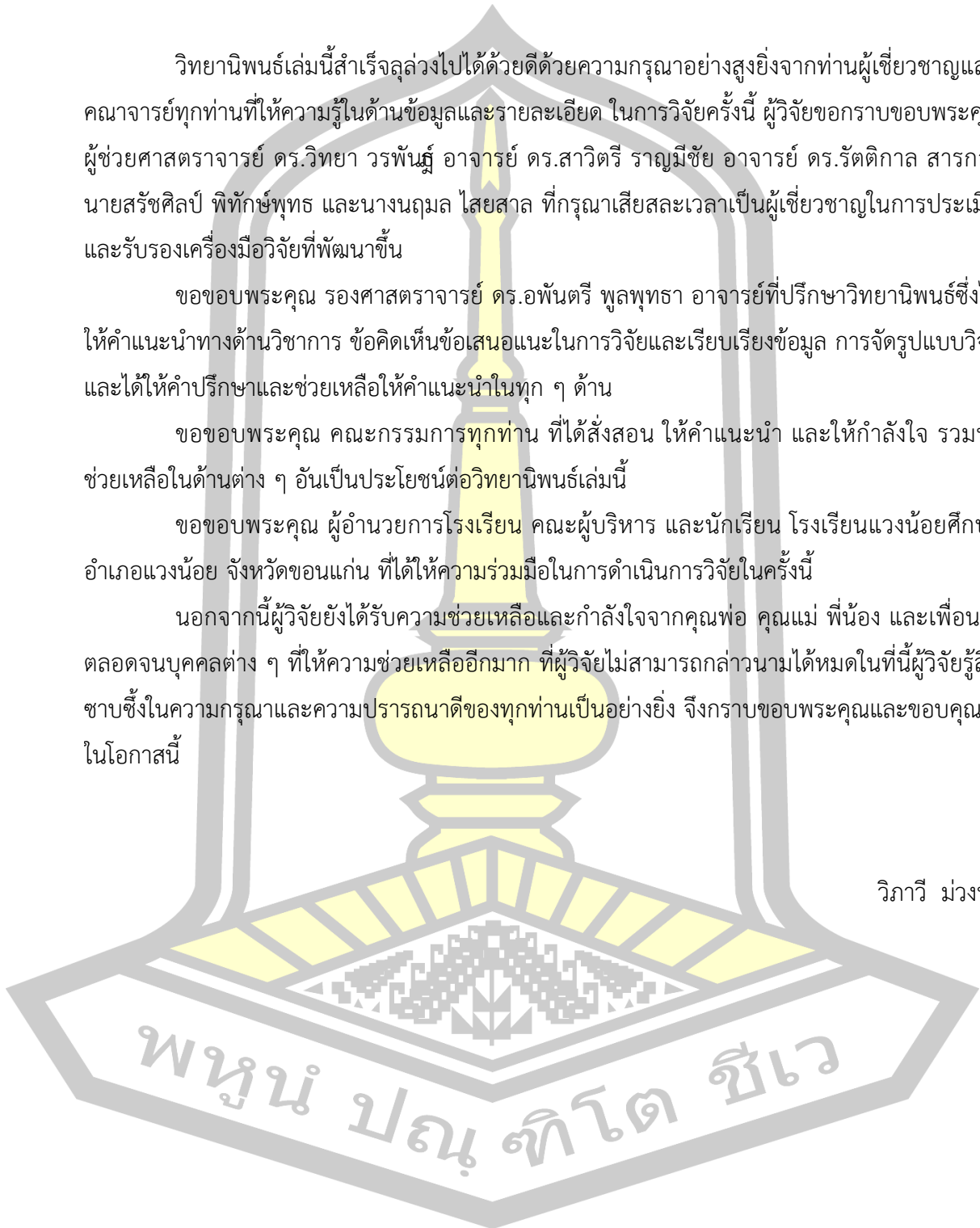
ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์วี พูลพุทธา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งได้ให้คำแนะนำทางด้านวิชาการ ข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะในการวิจัยและเรียบเรียงข้อมูล การจัดรูปแบบวิจัย และได้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือให้คำแนะนำในทุก ๆ ด้าน

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้สั่งสอน ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจ รวมทั้งช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะผู้บริหาร และนักเรียน โรงเรียนวงน้อยศึกษา อำเภอง่วงน้อย จังหวัดขอนแก่น ที่ได้ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับความช่วยเหลือและกำลังใจจากคุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง และเพื่อน ๆ ตลอดจนบุคคลต่าง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออีกมาก ที่ผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี้ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ในโอกาสนี้

วิภาวี ม่วงท่า



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560).....	7
หลักสูตรโรงเรียนแวงน้อยศึกษา พ.ศ. 2565.....	10
การเรียนรู้แบบบูรณาการ.....	11
TPACK Model.....	17
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	24
ความพึงพอใจ.....	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
งานวิจัยในประเทศ.....	32

งานวิจัยต่างประเทศ.....	35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	37
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	37
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	37
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	38
การเก็บรวบรวมข้อมูล	48
การวิเคราะห์ข้อมูล	49
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	55
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	56
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	62
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	62
สรุปผล	62
อภิปรายผล.....	63
ข้อเสนอแนะ.....	65
บรรณานุกรม.....	66
ภาคผนวก.....	70
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	71
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	73
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	97
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์	111
ประวัติผู้เขียน.....	117

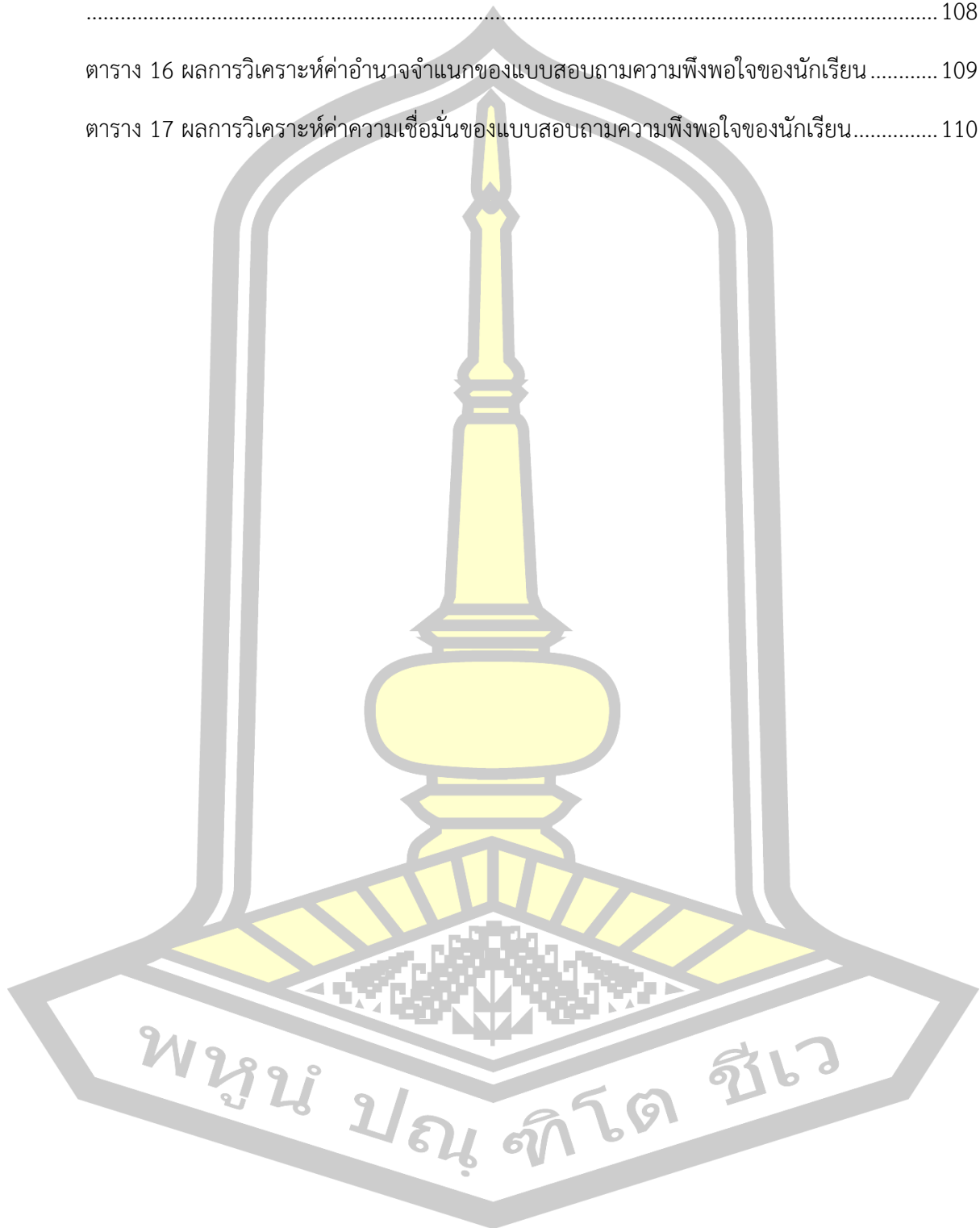
สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง เลขยกกำลัง	9
ตาราง 2 ประเภทในกรอบความคิด ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK).....	22
ตาราง 3 การออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK).....	39
ตาราง 4 แสดงการแบ่งสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง	41
ตาราง 5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา มาตรฐาน/ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวน ข้อสอบ	45
ตาราง 6 คะแนนระหว่างเรียน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ บูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง	56
ตาราง 7 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชา เฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	58
ตาราง 8 ร้อยละความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี ในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	58
ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	60
ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ บูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 461	61
ตาราง 11 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	98
ตาราง 12 ผลการประเมินคุณภาพแบบทดสอบ	101
ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงเกณฑ์	103
ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นด้วยวิธี Lovett	107

ตาราง 15 ผลการประเมินคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 108

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน 109

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน..... 110



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ ซึ่งตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิด วิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนต้องมีสมรรถนะด้านเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ประการหนึ่งคือ ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยความรู้ในด้านสารสนเทศ ความรู้เกี่ยวกับสื่อ และความรู้ด้านเทคโนโลยี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปฏิรูปเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนการเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยสนับสนุนเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ดังกล่าว (วิจารณ์ พานิชย์, 2555) เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตมนุษย์ และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงด้านการศึกษา เทคโนโลยีเปิดโอกาสในการเรียนรู้มากมายให้แก่ผู้เรียน รวมทั้งสามารถเปลี่ยนวิธีการสอนและความเชื่อของ ครูที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน (Erdogan & Sahin, 2010) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคศตวรรษที่ 21 ความท้าทายสำหรับการศึกษาในยุคนี้คือการค้นหาและพัฒนาเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและมีคุณค่า

ต่อการเรียนการสอน การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนมีผลอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเนื่องจาก เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่มีประสิทธิภาพในการส่งต่อวิธีการสอนสำหรับเนื้อหาที่สำคัญ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงอำนวยความสะดวกในการสอนของครูและสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ยังต้องอาศัยความสามารถของเทคโนโลยีในการรวบรวม จัดระเบียบ และประเมินผลข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน (Srisawasdi, 2012) ด้วยเหตุนี้ครูยุคใหม่จึงจำเป็นต้องเรียนรู้ทักษะในการออกแบบ บทเรียนที่เน้นการใช้เทคโนโลยี และจะต้องนำบทเรียนดังกล่าวไปใช้ให้ตอบวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียน ในหลักสูตร (Lawless & Pellegrino, 2007) ดังนั้นการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการถ่ายทอดเนื้อหาด้วยวิธีการสอนที่เหมาะสม

แนวคิดของการบูรณาการความรู้ด้านเทคโนโลยี วิธีสอน และเนื้อหาที่สอนนั้น ได้พัฒนามาจากกรอบแนวคิดทฤษฎีของ Shulman (1986) ที่กล่าวถึงความรู้ในการบูรณาการวิธีสอนกับเนื้อหาที่สอนของครู (Pedagogical Content Knowledge) หรือ PCK แต่เมื่อเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องและมีบทบาทกับการศึกษามากขึ้น Mishra and Koehler (2006) จึงพัฒนารอบแนวคิดทฤษฎีใหม่ที่เรียกว่าความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (Technological Pedagogical Content Knowledge หรือ TPACK) โดย Mishra & Koehler (2006) ได้นิยาม TPACK ว่าเป็นความรู้ของครูในการสอนผ่านเทคโนโลยี โดยบูรณาการความรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological knowledge) ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogical knowledge) และความรู้ด้านเนื้อหาที่สอน (Content knowledge) เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนโรงเรียนแก่งน้อยศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขอนแก่น ในปีการศึกษา 2562 ปีการศึกษา 2563 และปีการศึกษา 2564 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่าปีการศึกษา 2562 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 15.59 ซึ่งต่ำกว่าระดับจังหวัด ระดับสังกัด สพฐ. และระดับประเทศ ที่มีคะแนนเฉลี่ย 23.61, 25.62 และ 25.41 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) ปีการศึกษา 2563 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 17.97 ซึ่งต่ำกว่าระดับจังหวัด ระดับสังกัด สพฐ. และระดับประเทศ ที่มีคะแนนเฉลี่ย 24.49, 26.33 และ 26.04 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563) และปีการศึกษา 2564 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 15.32 ซึ่งต่ำกว่าระดับจังหวัด ระดับสังกัด สพฐ. และระดับประเทศ ที่มีคะแนนเฉลี่ย 20.37, 21.83 และ 21.28 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2564) ผู้วิจัยจึงได้ตระหนักและเห็นความสำคัญที่จะต้องเร่งพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์

จากการวิเคราะห์ปัญหาของการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ร่วมกับคณะครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนเวียงน้อยศึกษา พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์บกพร่องในเนื้อหาเรื่องเลขยกกำลังมากที่สุดบกพร่องในเรื่องความหมายของเลขยกกำลัง สมบัติต่าง ๆ ของเลขยกกำลัง และการนำความรู้เรื่องเลขยกกำลังไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน และให้สอดคล้องกับเป้าหมายในการพัฒนานักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) สำหรับครูหรือบุคลากรที่สนใจในการพัฒนานักเรียนในเนื้อหาอื่น ๆ

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวงน้อยศึกษา อำเภองวงน้อย จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขอนแก่น ในปีการศึกษา 2565 จำนวน 90 คน จาก 3 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนวงน้อยศึกษา อำเภองวงน้อย จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขอนแก่น จำนวน 31 คน จำนวน 1 ห้อง ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชา เฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตัวแปรตาม คือ ผลฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

วิชา คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) สาระที่ 1 จำนวนพีชคณิต มาตรฐาน ค1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ มี 7 เนื้อหา ดังนี้

1. สมบัติของเลขยกกำลัง
2. รากที่ 2 และรากที่ 3 ของจำนวนจริง
3. รากที่ n ของจำนวนจริง
4. ค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริง
5. สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง
6. การหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์
7. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

4. ระยะเวลาในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 10 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

หมายถึง การจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ตามกรอบ TPACK MODEL โดยครูผู้สอนเลือกใช้สื่อ นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ให้ความสอดคล้องกันกับการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยและเนื้อหา เรื่อง เลขยกกำลัง โดยมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นเตรียม หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนสร้างความสนใจของนักเรียน เป็นการ นำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้ สื่อ infographic หรือ YouTube หรือ Quizizz

1.2 ขั้นสอน หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนนำเสนอและถ่ายทอดความรู้ กฎ หลักการ ทฤษฎี หรือข้อสรุปที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้สื่อ นวัตกรรมทางเทคโนโลยี Mentimeter ซึ่งเป็นเว็บสร้างพีเรนเทชันที่นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการเรียนผ่านทางโทรศัพท์มือถือ

1.3 ขั้นยกตัวอย่าง/ตรวจสอบ หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้นหรือผู้สอนอาจจะพิสูจน์กฎ หลักการ ทฤษฎี หรือข้อสรุปที่ได้นำเสนอ ไปให้ผู้เรียนเห็นจริงและได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยใช้ Mentimeter ในการตอบคำถาม

1.4 ขั้นสรุป หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้ด้วยตนเองอีกครั้งว่า กฎเกณฑ์หลักการ ทฤษฎี หรือข้อสรุปที่ครูอธิบายนั้นเป็นจริงทุกประการ ข้อสรุปที่ได้นับว่าเป็น ความรู้ที่ถูกต้อง โดยการทำใบงาน

1.5 ขั้นนำไปใช้ หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนได้ฝึกฝนการนำความรู้ กฎ หลักการ ทฤษฎี หรือข้อสรุปที่ได้เรียนรู้ จากผู้สอนไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือใช้ในการสร้างข้อสรุปใหม่ได้ อย่างสมเหตุสมผล

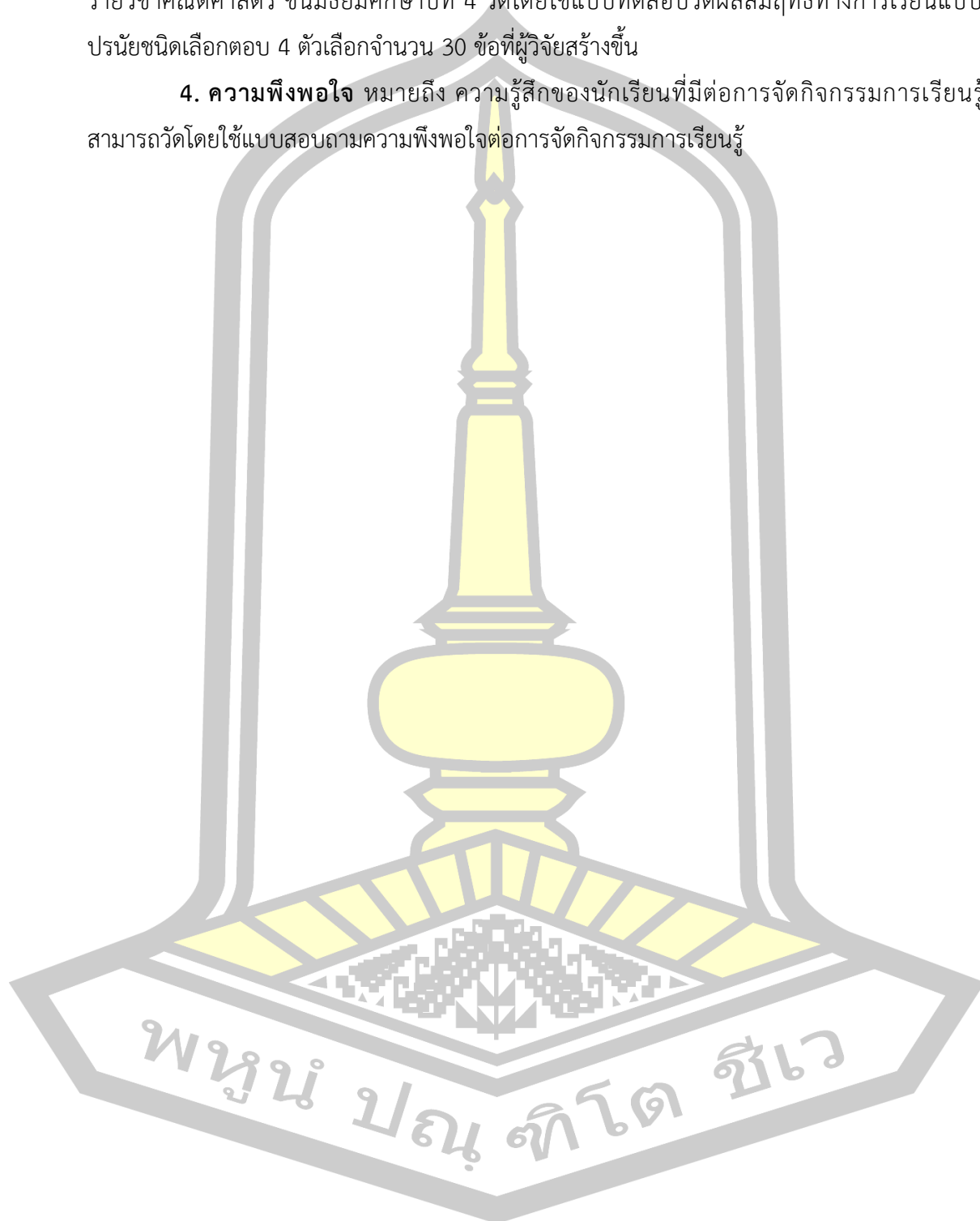
2. ประสิทธิภาพของกิจกรรม หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วย ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามจุดมุ่งหมาย โดยการประเมินด้วยเกณฑ์ 70/70 เกณฑ์ที่ใช้ในการ กำหนดประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการพิจารณาจากกระบวนการเรียนรู้และผลการ เรียนรู้ ดังนี้

70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจากการทำ ใบงานแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง เลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจากการทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการ สอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ของนักเรียนในเนื้อหาเรื่อง เลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถวัดโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอน เนื้อหาวิชาเฉพาะ(TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีหัวข้อดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
2. หลักสูตรโรงเรียนแวงน้อยศึกษา พ.ศ. 2565
3. กรอบแนวคิด TPACK Model
4. การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. ความพึงพอใจ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

1.2 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี่ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง
2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน
3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง
4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ
5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

1.3 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
2. เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้
3. นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง พังกัซัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน
4. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ

1.4 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ พังกัซัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ และ 7 มาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งหน่วยการเรียนรู้ เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในสาระที่ 1 จำนวนพีชคณิต มาตรฐาน ค1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ ดังตาราง

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง เลขยกกำลัง

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
เข้าใจความหมายและใช้สมบัติเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากันและการไม่เท่ากัน ของจำนวนจริงในรูปกรณฑ์และจำนวนจริงในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	เลขยกกำลัง - รากที่ n ของจำนวนจริง เมื่อ n เป็นจำนวนนับที่มากกว่า 1 - เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

พหุ ประถมศึกษา

หลักสูตรโรงเรียนวางน้อยศึกษา พ.ศ. 2565

1. โครงสร้างเวลาเรียน

1.1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	หน่วยกิต	เวลา/สป.	เวลา/ภาค
รายวิชาพื้นฐาน				
ค31102	คณิตศาสตร์	1.0	2	40

2. โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์

2.1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชม.)
1	เลขยกกำลัง	ค 1.1 ม. 5/1	การหารากที่ n ของจำนวนจริงโดยใช้บทนิยาม และค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริงจะมีเพียงค่าเดียวเท่านั้น การหาผลบวก ผลต่าง ผลคูณ และผลหารของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์โดยใช้สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง การเขียนเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะให้อยู่ในรูปกรณฑ์ และเขียนจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ให้อยู่ในรูปเลขยกกำลัง การแก้สมการเลขยกกำลังโดยจัดฐานของเลขยกกำลังทั้งสองข้างให้เท่ากัน ซึ่งสามารถนำสมบัติของเลขยกกำลัง ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้	10
2	ฟังก์ชัน	ค 1.2 ม. 5/1	เขียนแทนความสัมพันธ์และฟังก์ชันในรูปต่าง ๆ เช่น ตาราง สมการ และกราฟได้	30
รวม				40

การเรียนรู้แบบบูรณาการ

1. ความหมายของการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนมีความรู้และมีพื้นฐานเพียงพอที่จะนำไปศึกษาต่อนั้นจำเป็นต้องบูรณาการหรือเชื่อมโยงเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน นักการศึกษาหลายคนได้นำเสนอความหมายของการบูรณาการ ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546 : 10) ให้ความหมายของการบูรณาการว่า เป็นการนำสิ่งหนึ่งเข้ารวมกับอีกสิ่งหนึ่ง เพื่อทำให้สิ่งที่มีอยู่เพิ่มพูน เกิดความสมบูรณ์มากกว่าเดิมโดยเกิดการเอื้อประโยชน์ต่อกัน

สุวิทย์ มูลคำ (2551 : 32) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การบูรณาการเป็นการเชื่อมโยงศาสตร์หรือเนื้อหาสาขาต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความรู้ที่มีความหมาย มีความหลากหลายและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในสถานการณ์ในชีวิตจริง

ทศนา แคมมณี (2552 : 145-146) กล่าวว่า การบูรณาการ หมายถึง การนำศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาผสมผสาน กันเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ จึงหมายถึงการนำเอาความรู้สาขาวิชาต่าง ๆ หรือเนื้อหาสาระที่มีความสัมพันธ์กันมาผสมผสานกันและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในลักษณะที่เป็นองค์รวม และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ทั้งนี้นอกเหนือจากการบูรณาการในเนื้อหาสาระแล้ว การจัดการเรียนการสอน ควรมีการบูรณาการในลักษณะอื่น ๆ ควบคู่ไปด้วย ได้แก่ การบูรณาการระหว่างความรู้กับกระบวนการเรียนรู้การบูรณาการระหว่างพัฒนาการทางด้านความรู้กับทางด้านจิตใจ และการบูรณาการระหว่างสิ่งที่เรียนในห้องเรียนกับสิ่งที่ป็นอยู่ในชีวิตจริง

กฤษดา นรินทร์ (2555 : 21) กล่าวว่า การบูรณาการทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนนำความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งในเนื้อหาวิชาและปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมีความหมาย

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2555 : 14) ได้ให้ความหมายของการบูรณาการว่าเป็นลักษณะของการผสมผสานเนื้อหาวิชาการ หรือวิธีสอนเพื่อส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีประสบการณ์ในอันที่จะรวบรวมความคิด มโนทัศน์ ความรู้ทักษะ และมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาพร้อมที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์

ประกาศิต อานุภาพแสนยากร (2555 : 431) ได้ให้ความหมายการบูรณาการไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามความสนใจ ความสามารถ และความต้องการโดยการเชื่อมโยงเนื้อหา ความรู้ ความคิด ทักษะและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องจากศาสตร์ต่าง ๆ ของรายวิชาเดียวกัน

หรือรายวิชาต่าง ๆ มาสัมพันธ์ให้เป็นเรื่องเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงปรับปรุง พฤติกรรมของผู้เรียน ทั้งด้านสติปัญญา (Cognitive) ทักษะและจิตใจ สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปแก้ไขปัญหาด้วยตนเองและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริงในสถานการณ์ ในชีวิตจริง

ปานเพชร ร่มไทร (2558 : 40) ได้ให้ความหมาย การบูรณาการไว้ว่า เป็นกระบวนการ จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามความสนใจ ความสามารถ และความต้องการ โดยการ เชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ในศาสตร์สาขาต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการ เปลี่ยนแปลง ปรับปรุงพฤติกรรมในด้านสติปัญญา ทักษะ และจิตใจและสามารถนำความรู้และทักษะ ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

2. แนวคิด/ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการการเรียนรู้แบบบูรณาการ

จอห์น ดิวอี้ (อ้างอิงใน วิเศษ ชินวงศ์, 2544 : 28) กล่าวว่า การศึกษาคือ กระบวนการ ของการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจ ความเป็นไปของโลก และวิธีปฏิบัติตัวใน สังคม ด้วยการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเรียนรู้จะเกิดขึ้น จากการเข้าร่วมกิจกรรมของหมู่คณะ ธรรมชาติทางสังคมของการศึกษา และการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ในหลักสูตรที่มีลักษณะบูรณาการ เบญจมาศ

อยู่เป็นแก้ว (2545, คำนำ) ได้ให้แนวคิดว่าการเรียนรู้แบบบูรณาการยึดหลักความเป็นจริงที่ว่า คนเรายู่กับความหลากหลาย เชื่อมโยงสภาพสิ่งทั้งหลายรอบตัวมาเป็นตัวเรา การเรียนรู้จึงต้อง เชื่อมโยงผสมผสานกัน จึงจะทำให้ผู้เรียนรู้จักคิด และรู้จักแก้ปัญหา ดำรงชีวิตอยู่ในความหลากหลาย ในโลกแห่งความเป็นจริงได้ นอกจากนี้ ยังกล่าวไว้ว่า การพัฒนาที่สมดุล คือการพัฒนาที่ยั่งยืน ต้องพัฒนาทุกด้านเชื่อมโยงกัน มิใช่เรียนแบบความรู้แยกส่วน ทั้ง ๆ โลกที่เป็นจริงเชื่อมโยงทุกสิ่งเข้า ด้วยกัน ระบบการเรียนรู้ ต้องปรับเปลี่ยน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้รู้จริง รู้ปฏิบัติ อยู่กับสภาพความเป็น จริง การจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลตามสภาพจริงต้องเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน

ระพี สาคริก (อ้างอิงใน เบญจมาศ อยู่เป็นแก้ว, 2545 : 1) กล่าวว่า ปัญหาสังคมที่ สะท้อนออกมา นอกจากจะมีลักษณะตัวใครตัวมันแล้วยังมีความคิดเป็นเอกเทศ หรือมีความคิดที่มอง ภาพแบบแยกส่วน ทำให้มีผู้นำเอาคำว่า บูรณาการ มาใช้เพื่อหวังแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น เพราะศาสตร์ ทุกสาขาวิชามีความสำคัญเท่ากันหมด และมีสภาพผสมผสานอยู่ในทุกคนรวมทั้งในทุกเรื่อง

จากการศึกษาแนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานของนักการศึกษาดังกล่าว สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นวิธีการที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตที่เป็นจริงของผู้เรียนมากที่สุด ซึ่งโดยธรรมชาติที่แท้จริง การดำรงชีวิตของคนเราในแต่ละวันต้องพึ่งพาอาศัยการเชื่อมโยง และ ผสมผสานกับสิ่งที่หลากหลายทุกสิ่งเข้าด้วยกันตลอดเวลา รวมทั้งการแก้ปัญหา และการพัฒนาด้าน

ต่าง ๆ ก็ย่อมอาศัยหลักการ และวิธีการรวมกันหลาย ๆ ด้านจึงจะประสบความสำเร็จ และถือว่าเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน อยู่ในสังคมโลกปัจจุบันได้อย่างมีความสุข

3. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

นักการศึกษาหลายท่านและองค์กรสำคัญหลายองค์กรได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ว่าเป็นการเชื่อมโยงวิชาหรือศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากขึ้น โดยนักการศึกษาและองค์กรดังกล่าวได้แสดงรูปแบบของการบูรณาการไว้หลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้

ยูเนสโก (UNESCO, 1981, pp.19-20) ได้จำแนกรูปแบบการบูรณาการ เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การบูรณาการตามแนวตั้ง (Vertical Integration) หมายถึง การบูรณาการเนื้อหาของการศึกษาในระดับต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เช่น ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถประกอบอาชีพได้ การบูรณาการแบบนี้ใช้ในการจัดการศึกษานอกระบบโรงเรียน ซึ่งเป็นการศึกษาตลอดชีวิต

2. การบูรณาการตามแนวราบ (Horizontal Integration) หมายถึง การบูรณาการความรู้ทักษะและทัศนคติที่ต้องการเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปสู่การสั่งสมความรู้ ความสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง และการดำเนินชีวิต เช่น การบูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์เข้าด้วยกัน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตได้ การบูรณาการมีแนวโน้มที่จะนำสาขาวิชาที่ใกล้เคียงกันมาบูรณาการเข้าด้วยกัน และทำลายตัวปิดกันสาขาวิชาให้หมดไป จะเห็นได้ว่าทั้งการบูรณาการตามแนวตั้งและตามแนวราบต่างก็เป็นการบูรณาการเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เพื่อสามารถนำผลการเรียนรู้ไปใช้ได้อย่างดี

ยูเนสโก (UNESCO, 1981, pp.19-20) ได้เสนอลักษณะของการบูรณาการที่ได้ออกเป็น 5 ลักษณะ โดยจะต้องพยายามให้เกิดการบูรณาการใน 5 ลักษณะนี้อย่างครบถ้วน ดังนี้

1. การบูรณาการระหว่างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ (Integration of Knowledge and Learning Process) การที่จะท าให้การเรียนรู้มีความใกล้ชิดกับความรู้เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาวิธีการแสวงหาและการได้มาของความรู้ที่ต้องการผ่านกระบวนการปฏิบัติ

2. การบูรณาการระหว่างพัฒนาการด้านสติปัญญาและพัฒนาการด้านจิตใจ (Integration of Cognition and Affection) ถ้าผู้เรียนได้รับการพัฒนาทั้ง 2 ด้าน พอ ๆ กัน ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะถ้าผู้เรียนได้รับการพัฒนาที่สร้างความรู้สึกร่วมใจก็จะมุ่งมั่นในการเรียน

3. การบูรณาการระหว่างความรู้และการกระทำ (Integration of Knowledge and Concoct) เป็นการให้ความสนใจระหว่างการกระทำและความรู้ให้มีความสำคัญพอ ๆ กัน

4. การบูรณาการระหว่างสิ่งที่เรียนในห้องเรียนกับสิ่งที่ป็นจริงในชีวิตของผู้เรียน (Integration of Learning and the Actual Life of the Learners) ในการบูรณาการเนื้อหาวิชาต่าง ๆ เพื่อบรรลุเป้าหมายที่แท้จริงนั้น สิ่งที่สอนในโรงเรียนควรมีความหมายและช่วยเหลือผู้เรียนในการปรับปรุงคุณภาพชีวิตนอกห้องเรียนได้

5. การบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาต่าง ๆ (Integration of Subject Areas) เป็นวิธีการเพื่อให้เชื่อมโยงเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และเกิดเจตคติตามต้องการ

การจัดรูปแบบการบูรณาการอีกลักษณะหนึ่ง เป็นการบูรณาการใน 3 ลักษณะคือ บูรณาการภายในวิชา บูรณาการระหว่างวิชา และบูรณาการภายในตัวผู้เรียน เป็นการบูรณาการของโฟการ์ตี (Fogarty, 1991 : 61-65) นอกจากนี้โฟการ์ตียังจำแนกรูปแบบการบูรณาการเป็น 10 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบที่แยกออกจากกันเป็นส่วน (Fragmented Model) เป็นรูปแบบที่มองวิชาต่าง ๆ เป็นเดี่ยว ๆ และมีลักษณะเฉพาะตัว

2. รูปแบบเชื่อมโยง (Connected Model) เป็นการบูรณาการภายในวิชาของตนเอง โดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหา เชื่อมโยงจากเนื้อหาหนึ่งไปยังเนื้อหาถัดไปโดยมีตัวเชื่อมคือ หัวข้อ ทักษะ เจตคติ ความคิดรวบยอด หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา โดยการเชื่อมโยงสิ่งสำคัญ คือ ต้องสอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่สัมพันธ์กันชัดเจน ไม่ใช่สรุปโดยทันทีว่านักเรียนเข้าใจการเชื่อมโยง

3. รูปแบบที่ซ้อนกัน (Nested Model) เป็นการบูรณาการภายในวิชา โดยใช้หัวข้อเรื่องใน 3 หัวข้อในด้าน สังคม การคิดและเนื้อหา

4. รูปแบบการเรียงลำดับ (Sequenced Model) เป็นการบูรณาการที่นำเนื้อหา มาจัดเรียงใหม่ โดยให้เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กันมาสอนต่อเนื่องกัน

5. รูปแบบการมีส่วนร่วม (Share Model) เป็นการวางแผนโดยทีมงานหรือทีมผู้สอน และนำ 2 วิชา ที่มีความสัมพันธ์กันมารวมกัน โดยเน้นการมีส่วนร่วมในแง่ความคิดรวบยอด ทักษะและเจตคติ

6. รูปแบบการโยงใย (Webbed Model) เป็นการใชหัวข้อเรื่องที่น่าสนใจเพื่อโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเรื่องนั้นมาสอนร่วมกัน

7. รูปแบบการร้อยด้าย (Threaded Model) เป็นการบูรณาการที่ใช้ทักษะต่าง ๆ คือ ทักษะการคิด ทักษะทางสังคม ทักษะการเรียนรู้ เป็นตัวกำหนดเนื้อหาเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาต่าง ๆ

8. รูปแบบที่ประสานกัน (Integrated Model) เป็นการรวมเนื้อหาในรูปแบบที่หลากหลายหัวข้อเรื่องทางวิชาการที่มีความสัมพันธ์กันจะถูกจัดเรียงไปเรื่อย ๆ โดยการซ้อนทับกันของความคิดรวบยอด ทักษะและเจตคติ

9. รูปแบบที่ขยายให้ใหญ่ขึ้น (Immersed Model) เป็นรูปแบบที่ผู้เรียนบูรณาการข้ามไปยังรายวิชาอื่นในเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ

10. รูปแบบเครือข่าย (Networked Model) เป็นการบูรณาการของผู้เรียนโดยยึดความสนใจของผู้เรียน เพื่อเชื่อมโยงจากรายวิชาหนึ่งไปยังอีกรายวิชาหนึ่ง โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญในรายวิชานั้น ๆ เพื่อให้ได้ความรู้เรื่องที่น่าสนใจมากขึ้น

ปวีณา ซาลีเครือ (2553 : 11) กล่าวว่า รูปแบบของการบูรณาการ การเรียนการสอน มีรูปแบบสำคัญ ๆ ดังนี้

1. แบบวิทยาการพื้นฐาน (Discipline-Based) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนในวิชาหนึ่ง สอดแทรกเนื้อหา

ของวิชาอื่น ๆ เข้าไปในการสอน เป็นการวางแผนการสอนและสอนโดยผู้สอนเพียงคนเดียว

2. แบบคู่ขนาน (Parallel) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป สอนต่างวิชา กัน แต่วางแผนการสอนร่วมกัน โดยระบุสิ่งที่ร่วมกันและตัดสินใจว่า หัวเรื่อง/มโนทัศน์/ปัญหาเดียวกันนั้น จะสอนอย่างไรในวิชาของแต่ละคน งานที่จะมอบหมายให้ผู้เรียนทำจะแตกต่างกันไปในแต่ละวิชา

3. แบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) เป็นรูปแบบที่ผู้สอนต่างวิชา มาร่วมกัน สอนเป็นทีม ร่วมวางแผนและกำหนดหัวเรื่อง/ปัญหาร่วมกันและดำเนินการสอนผู้เรียนกลุ่มเดียวกัน มอบหมายงานหรือโครงการให้ผู้เรียนทำร่วมกันเป็นงานใหญ่ขึ้นเดียว

4. แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) เป็นการสอนที่ผู้สอนแต่ละคนต่างสอน วิชาของตนเอง ไม่ได้ออกแบบให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันระหว่างวิชา แต่จะมีการสอนแบบบูรณาการ เฉพาะที่ระบุไว้ในแต่ละวิชาเท่านั้น ผู้สอนแต่ละคนในแต่ละต่างวิชาไม่ได้มีการแบ่งการทำกิจกรรมขอ ผู้เรียนด้วยกัน เพียงแต่ให้เวลาแล้วมอบหมายงาน หรือปัญหาให้ผู้เรียนกลับไปดำเนินการกันเอง

5. แบบบูรณาการ (Integrated) เป็นการบูรณาการทั้งมโนทัศน์ทักษะ เจตคติและ ความเชื่อตลอดจนเนื้อหา ทำให้เป็นการสอนที่ต้องอาศัยความหลากหลายวิธีที่สามารถเป็นไปได้ ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะฝึกในสิ่งที่ต้องการจะเรียนรู้ตามความถนัดและความสนใจของตนเองอย่างมี อิสระ

ปานเพชร ร่มไทร (2558 : 42-44) กล่าวว่า รูปแบบของการบูรณาการ สามารถ ประมวลได้หลายรูปแบบ ดังนี้

1. จำแนกตามจำนวนผู้สอน

1.1 การบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียว โดยครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้

โดยเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ กับหัวเรื่อง ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง หรือสาระที่กำหนดขึ้นมา เช่น เรื่องสิ่งแวดล้อม น้ำ เป็นต้น ครูผู้สอน สามารถเชื่อมโยงสาระและกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มสาระต่าง ๆ เช่น การอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการเรียนรู้ไปแสวงหา ความรู้ความจริงจากหัวข้อเรื่องที่กำหนด

1.2 การบูรณาการแบบเชื่อมโยงคู่ขนาน โดยมีครูผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป จัดการสอนโดยอาจยึดหัวข้อเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วบูรณาการเชื่อมโยงแบบคู่ขนาน

1.3 การบูรณาการแบบสหวิทยาการ การบูรณาการในลักษณะนี้นำเนื้อหาจากหลายกลุ่มสาระมาเชื่อมโยงเพื่อจัดการเรียนรู้ ซึ่งโดยทั่วไปผู้สอนมักจัดการเรียนการสอนแยกตามรายวิชา หรือกลุ่มวิชาแต่ในบางเรื่อง ครูผู้สอนจัดการเรียนการสอนร่วมกันในเรื่องเดียวกัน เช่น เรื่องวันสิ่งแวดล้อม ครูผู้สอนวิชาภาษาไทย อาจจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนรู้ภาษาคำศัพท์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จัดกิจกรรมค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ครูผู้สอนสังคมศึกษาให้ผู้เรียนค้นคว้าหรือทำกิจกรรมชมรมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและครูผู้สอนสุขศึกษาอาจจัดทำกิจกรรมเกี่ยวกับการรักษาสิ่งแวดล้อมให้ถูกสุขลักษณะ เป็นต้น

1.4 การบูรณาการแบบโครงการ เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยบูรณาการเชื่อมโยงเป็นโครงการ โดยผู้เรียนและครูผู้สอนร่วมกันสร้างสรรค์โครงการขึ้น โดยใช้เวลาการเรียนต่อเนื่องกันในหลายชั่วโมง ด้วยการนำเอาจำนวนชั่วโมงของวิชาต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนเคยสอนแยกกันในลักษณะของการสอนเป็นทีม ในกรณีที่ต้องการเน้นทักษะบางเรื่องเป็นพิเศษครูผู้สอนสามารถแยกการสอนได้ เช่น กิจกรรมเข้าค่ายดนตรีกิจกรรมเข้าค่ายศิลปะ เป็นต้น

2. จำแนกตามกลุ่มสาระการเรียนรู้

2.1 การบูรณาการภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้(ภายในวิชา) คือ การเชื่อมโยงเนื้อหาสาระในกลุ่มประสบการณ์หรือรายวิชาเดียวกันเข้าด้วยกันให้เป็นหัวข้อเรื่อง (Theme) หรือหน่วยการเรียนรู้ (Learning Unit)

2.2 การบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้(ระหว่างวิชา) คือ การเชื่อมโยงเนื้อหาสาระจากหลายกลุ่มประสบการณ์หรือหลายรายวิชาเข้าด้วยกันให้เป็นหัวข้อเรื่อง (Theme) หรือหน่วยการเรียนรู้ (Learning Unit)

3. จำแนกตามประเภทของการบูรณาการ

3.1 การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) คือ การสร้างหัวข้อเรื่อง (Theme) หรือหน่วยการเรียนรู้ (Learning Unit) ขึ้นมาแล้วนำเนื้อหาสาระจากรายวิชาต่าง ๆ มาเชื่อมโยงสัมพันธ์กับหัวข้อเรื่องหรือหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ

3.2 การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) คือ การนำสาระ

การเรียนรู้ที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มาสอดคล้องกันในรายวิชาต่าง ๆ หรือการเน้นเนื้อหาของวิชาเป็นแกนแล้วนำสาระการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนไปสอดคล้องในวิชาแกนดังกล่าว ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นการบูรณาการที่เน้นเนื้อหาวิชาเป็นหลัก

โสภิตา จิตต์ใจฉ่ำ (2561 : 11) กล่าวว่า รูปแบบของการบูรณาการเป็นการเรียนการสอนระหว่างเนื้อหาวิชาในกลุ่มประสบการณ์หรือรายวิชาเดียวกันเข้าด้วยกัน ซึ่งโดยปกติผู้สอนวิชาต่าง ๆ จะปฏิบัติอยู่แล้ว ส่วนการบูรณาการระหว่างวิชาจะมี 4 รูปแบบ คือ

1. การสอนบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion) เป็นการสอนในลักษณะที่ผู้สอนในวิชาหนึ่งสอดแทรกเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ในการสอนของตน
2. การสอนบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Instruction) เป็นการสอนโดยผู้สอนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ร่วมวางแผนการสอนร่วมกัน โดยมุ่งสอนหัวเรื่อง หรือความคิดรวบยอดหรือปัญหาเดียวกัน แต่สอนต่างวิชากัน และต่างคนต่างสอน
3. การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary Instruction) เป็นการสอนบูรณาการแบบคู่ขนาน แต่มีการมอบหมายงานหรือโครงการร่วมกัน
4. การสอนบูรณาการแบบข้ามวิชาหรือสอนเป็นคณะ (Transdisciplinary Instruction) เป็นการสอนที่ผู้สอนวิชาต่าง ๆ ร่วมกันสอนเป็นคณะหรือเป็นทีม มีการวางแผนปรึกษาหารือร่วมกัน โดยกำหนดหัวเรื่อง ความคิดรวบยอดหรือปัญหาร่วมกันแล้วร่วมกันสอนผู้เรียนเป็นกลุ่มเดียวกัน

จากรูปแบบของการบูรณาการที่กล่าวในข้างต้น จะเห็นว่ารูปแบบการบูรณาการมีหลายรูปแบบแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับมุมมองของแต่ละคน แต่มีประเด็นตรงที่การหาเนื้อหา ประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน หรือหาหัวเรื่องหรือประสบการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงได้ ไม่ว่าจะเป็นการบูรณาการภายในสาขาวิชาเดียวกัน การบูรณาการระหว่างสาขาวิชา หรือการบูรณาการเนื้อหาวิชากับหัวเรื่องหรือประสบการณ์ เพื่อช่วยให้นักเรียนบูรณาการทั้งในแง่เนื้อหา ทักษะและเจตคติ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเป็นการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เรื่องเลขยกกำลัง

TPACK Model

TPACK มีพื้นฐานมาจาก ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนหรือ PCK ซึ่งมาจาก Shulman (1986) ได้ให้กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหาผนวกกับวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) ที่ให้ความสำคัญกับการบูรณาการความรู้ของครูในด้านเนื้อหาที่สอนและวิธีการสอน โดยมีจุดเน้นที่สำคัญคือครูผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาวิชาที่ตนเองสอน

ได้โดยมีวิธีที่ทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่ได้ (L. M. Archambault & Barnett, 2010; Shulman, 1986) การศึกษาเรื่อง PCK นั้น มีนักการศึกษาท่านอื่น ๆ ได้ปรับและขยายแนวคิดเกี่ยวกับ PCK ในฐานแนวคิดของ Shulman เช่น ในปี 1999 Magnusson et al. (1999) ได้ขยายแนวคิดของ Shulman (1986) เกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนนี้เพื่อให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยคณะของ Magnusson ได้นิยามว่า PCK ควรประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียนและการเรียนรู้ของผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนและความรู้เกี่ยวกับการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นต้น

ต่อมา Mishra and Koehler (2006) เป็นอาจารย์ทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา ได้พัฒนากรอบความรู้ใหม่ที่พัฒนามาจากกรอบความรู้ของ Shulman (1986) (Pedagogical Content Knowledge: PCK) โดยให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยีมาบูรณาการกับความรู้ด้านวิธีสอนและความรู้ด้านเนื้อหา โดยเรียกรอบแนวคิดนี้ว่า TPCK แต่เพื่อให้เรียกให้ง่ายขึ้น Koehler และ Mishra (2009) ได้ปรับเปลี่ยนอักษรย่อ TPCK เป็น TPACK เรียกว่า กรอบความรู้ ที่แพค (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) เป็นการรวมทั้งสามด้านเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogical Knowledge: PK) และความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) ซึ่งการบูรณาการความรู้ทั้งสามด้าน ได้แก่ เนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยีที่สอนเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของครุมืออาชีพในยุคปัจจุบัน โดยที่ครูต้องเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหา เลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับวิธีสอน และเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับการบูรณาการวิธีสอนและเนื้อหา

ความรู้ด้าน ICT และทักษะเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้ครูสามารถใช้งานเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ Funkhouser and Mouza (2013) ได้มีการแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มเทคโนโลยีเข้าสู่ชั้นเรียนได้นำไปสู่การปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้น (Alfieri, Brooks, Aldrich, & Tenenbaum, 2011) และการใช้เทคโนโลยีจะเป็นจุดแข็งในการเชื่อมโยงสู่วิธีการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hermans, Tondeur, Van Braak, & Valcke, 2008; Sang, 2011) ปัจจุบันนี้มีการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าครูต้องเรียนรู้ทักษะด้านเทคโนโลยีภายในบริบทของเนื้อหาที่ตนเองสอนและผนวกกับกลวิธีการจัดการเรียนรู้ (Harris & Hofer, 2009; Rotherham & Willingham, 2009) การบูรณาการที่มีประสิทธิภาพของเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับความเข้าใจและการใช้ประโยชน์จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยี เนื้อหาและวิธีการสอน (Angeli & Valanides, 2009; Harris & Hofer, 2009)

ดังนั้น ที่มาของ TPACK ได้สร้างขึ้นตามแนวคิดของ Shulman (PCK : Pedagogical Content Knowledge) อย่างไรก็ตามการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วนี้ทำให้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่มีอิทธิพล ในการเรียนการสอนในขณะนี้ ด้วยเหตุนี้การกล่าวถึงความรู้ด้านเทคโนโลยี จึงมีความจำเป็นในการเพิ่มศักยภาพของครูต่อไป การให้ความรู้แก่ครูเพื่อการบูรณาการเทคโนโลยีที่มี ประสิทธิภาพ โดยที่ครูจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา วิธีสอน และความรู้ด้าน เทคโนโลยีที่ปฏิสัมพันธ์กันเพื่อประสิทธิผลของการสอนในรายวิชาโดยใช้เทคโนโลยีเป็นสิ่งสนับสนุน

1. องค์ประกอบของกรอบความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

Mishra and Koehler (2006) เสนอกรอบ TPACK ภายหลังเปลี่ยนชื่อเป็น TPACK เพื่อสื่อสารเกี่ยวกับสิ่งที่ครูจำเป็นต้องรู้เพื่อรวมเทคโนโลยีเข้าด้วยกันกับการสอนได้อย่างมี ประสิทธิภาพ โดยระบุ TPACK ประกอบด้วย 7 ชนิดของความรู้ ซึ่งประเภทความรู้เหล่านี้ ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา Content Knowledge (CK), ความรู้ด้านวิธีสอน Pedagogical Knowledge (PK), ความรู้ด้านเทคโนโลยี Technological Knowledge (TK), ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน Pedagogical Content Knowledge (PCK), ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี Technological Content Knowledge (TCK) ความรู้ด้านวิธีสอนผนวกเทคโนโลยี Technological Pedagogical Knowledge (TPK) และความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

องค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีเบื้องต้นประกอบด้วย ความรู้ 3 เรื่องหลัก Mishra and Koehler (2006) จำแนกดังนี้

1. ความรู้ด้านเนื้อหา (Content : CK) เป็นความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาอย่าง แท้จริงที่ถูกเรียนรู้หรือถูกสอน ซึ่งครูจะต้องรู้และเข้าใจวิชาที่พวกเขาสอน ทั้งความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง แนวคิดทฤษฎีและกระบวนการในสาขาวิชานั้น

2. ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogy : PK) เป็นความรู้เชิงลึกในเรื่องกระบวนการ และการปฏิบัติหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายการศึกษา ความรู้นี้เกี่ยวข้องกับทุก ประเด็นของการเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดการห้องเรียน การพัฒนาและนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ และการประเมินผลผู้เรียน ครูกับความรู้ด้านการสอนเชิงลึกเข้าใจวิธีการที่ผู้เรียนสร้างความรู้และ ได้มาซึ่งทักษะ ความรู้เรื่องการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องเข้าใจเรื่องการรู้คิด สังคมและทฤษฎี พัฒนาการของการเรียนรู้และวิธีประยุกต์ใช้กับผู้เรียนในห้องเรียน

3. ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology : TK) เป็นความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี พื้นฐาน เช่น อินเทอร์เน็ต วิดีโอดิจิทัล เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นในการดำเนินการใช้ เทคโนโลยีนั้น ๆ ในกรณีนี้จะรวมความรู้เกี่ยวกับระบบการดำเนินการคอมพิวเตอร์และการใช้ซอฟต์แวร์ ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบดิจิทัล (digital system) รวมถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศหรือไอที (Information Technology-IT) เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แต่เนื่องจากความรู้ด้านเทคโนโลยีกำลังอยู่

ในสภาวะของการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างรวดเร็ว ความรู้ทั้งหลายจึงอาจล้าสมัยได้ในเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นกรอบความคิดของการใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีจึงไม่ได้หมายถึงความรู้ทั่วไปด้านเทคโนโลยี (computer literacy) เท่านั้น แต่หมายรวมถึงความยืดหยุ่นและความคล่องตัวของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ กล่าวคือผู้สอนจำเป็นต้องมีความเข้าใจเทคโนโลยีในระดับที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้ซึ่ง

สำหรับ ความสำคัญกับความรู้ใหม่ที่เกิดจากการซ้อนทับของความรู้ทำให้ได้ความรู้ใหม่ 4 ประการด้วยกัน (Mishra and Koehler, 2006)

1. ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge : PCK)

ความรู้ในส่วนนี้ให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ของความรู้ในรายวิชาของครูและวิธีการสอน ซึ่ง PCK คือประเภทของความรู้ที่จำเพาะ และเป็นองค์ความรู้ที่นอกเหนือจากความรู้ด้านเนื้อหาของความรู้คือการ บูรณาการมิติของความรู้ด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพของการสอนในเนื้อหานั้น โดยมุ่งเน้นถึงความรู้ที่เอื้อให้ครูสามารถเข้าใจ ถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อนเกี่ยวกับเนื้อหานั้น และความยากในการเรียนรู้ โดยองค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนตามแนวคิดนี้ แต่ละมิติของความรู้มีความสอดคล้องและเอื้ออำนวยต่อกัน ในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนนั้น ครูต้องมีความรู้แต่ละด้านที่เหมาะสมด้านวิธีการสอน วิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้ ที่เหมาะสมต่อการถ่ายทอดเนื้อหาความรู้นั้นไปสู่ตัวผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างของตัวผู้เรียน เข้าใจถึงวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนบูรณาการความรู้แต่ละด้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อครูเข้าใจถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีและความยากในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนประสบปัญหาห่อ้มส่งเสริมให้ครูเข้าใจถึงรูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน ในด้านวิธีการสอน สื่อและกิจกรรม รวมทั้งวิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นั้นแสดงว่าครูมีความสามารถในการปรับใช้ PCK ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี (Technological Content Knowledge : TCK)

ความรู้ในส่วนนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการหรือลักษณะความสัมพันธ์ของความรู้เรื่องเทคโนโลยี (TK) และความรู้เรื่องเนื้อหา (CK) มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ครูจำเป็นต้องรู้ไม่เพียงแต่เรื่องที่พวกเขาสอน แต่ต้องรู้วิธีการหรือลักษณะที่เนื้อหาสาระสามารถถูกเปลี่ยนแปลงจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ตัวอย่างเช่น Stellarium เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็นท้องฟ้าจำลองสำหรับคอมพิวเตอร์ สามารถแสดงท้องฟ้าเหมือนจริงแบบ 3 มิติ ใกล้เคียงกับที่เห็นด้วยตาเปล่าหรือกล้องโทรทรรศน์ PhET เป็น Website ที่จัดทำโปรแกรมจำลองการเรียนการสอนเป็นสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้นมาสามารถช่วยเหลือให้ผู้เรียนสามารถสร้างการเชื่อมต่อระหว่างความ

เข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างมีความหมายและมีความตระหนักรู้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก

3. ความรู้ด้านวิธีสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge : TPK)

ความรู้ในส่วนนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับความสามารถของเทคโนโลยีที่หลากหลาย ในขณะที่ถูกนำไปใช้ในการจัดเตรียมการเรียนการสอน รวมถึงรู้ว่าการสอนอาจจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรจากการใช้เทคโนโลยีชนิดนั้น รวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับขอบเขตของอุปกรณ์ที่มีไว้สำหรับภาระงานบางอย่าง ความสามารถในการเลือกอุปกรณ์บนพื้นฐานของความเหมาะสมกับกิจกรรม และความรู้เรื่องการสอนและความสามารถในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับวิธีสอน รวมถึงความรู้เรื่องการเรียนรู้มีส่วนร่วมในชั้นเรียนและการวัดประเมินผล ความรู้ในเรื่องความคิดในการใช้เทคโนโลยีเป็นพื้นฐานโดยทั่วไป เช่น การสนทนาอภิปรายโต้ตอบผ่านระบบอินเทอร์เน็ต การใช้ Kahoot, Quizizz, Poll everywhere ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นและเร้าความสนใจ

4. ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge : TPACK)

ส่วนนี้เป็นการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างแท้จริง ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องทำความเข้าใจและจัดการความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความรู้ทั้งสามส่วน โดยเป็นความรู้ความเข้าใจและความสามารถของครูในการบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมและหลากหลายให้เข้ากับกระบวนการและวิธีการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาที่ตนเองสอน ทำให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ในเนื้อหาวิชาที่สอนได้ด้วยการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ครูที่มีความสามารถในการจัดการความสัมพันธ์เหล่านี้จะแสดงออกในรูปแบบที่แตกต่างกันตามความชำนาญ ซึ่งการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนตามเนื้อหาวิชา

ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องไวต่อการรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความรู้ทั้ง 3 เรื่อง

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตาราง 2 ประเภทในกรอบความคิด ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

ประเภทของความรู้	คำอธิบาย
ความรู้ด้านเนื้อหา Content Knowledge (CK)	ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเฉพาะที่จะสอนรวมถึงความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการ กฎ ทฤษฎี ภายในรายวิชานั้น ๆ
ความรู้ด้านวิธีสอน Pedagogical Knowledge (PK)	ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและแนวปฏิบัติในการสอน รวมทั้งการจัดการชั้นเรียน การพัฒนาแผนการสอน การประเมินผลผู้เรียนและความเข้าใจทฤษฎีทางสังคมและพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน
ความรู้ด้านเทคโนโลยี Technological Knowledge (TK)	ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีต่าง ๆ ตั้งแต่เทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อน เช่น ดินสอ กระดาษ ไปจนถึงเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น อินเทอร์เน็ต แอปพลิเคชัน วิดีโอ กระดานไวท์บอร์ดแบบโต้ตอบและโปรแกรมซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เป็นต้น
ตาราง ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน Pedagogical Content Knowledge (PCK)	ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาเฉพาะและความสามารถในการจัดวิธีสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี Technological Content Knowledge (TCK)	ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีชนิดใดชนิดหนึ่งที่เหมาะกับเนื้อหาเฉพาะนั้น ๆ ตลอดจนวิธีการที่เทคโนโลยีมีอิทธิพลและการเปลี่ยนแปลงต่อลักษณะของเนื้อหาให้เข้าใจง่ายขึ้น
ความรู้ด้านวิธีสอนผนวกเทคโนโลยี Technological Pedagogical Knowledge (TPK)	ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือทางเทคโนโลยีสำหรับงานในชั้นเรียนเฉพาะ เช่น การใช้เทคโนโลยีในการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน การตัดเกรด การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้แอปพลิเคชันหรือเกมในการดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เช่นเดียวกับวิธีการเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่ไปเปลี่ยนลักษณะของการเรียนการสอน
ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)	ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี การสอนและเนื้อหาในด้านต่าง ๆ ในการบูรณาการเทคโนโลยีที่หลากหลายเข้าสู่วิธีการจัดการเรียนรู้สำหรับเนื้อหาที่สอน

หมายเหตุ: ปรับปรุงจาก Mishra and Koehler (2006)

แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบการแบ่งองค์ประกอบที่แตกต่างจากกรอบความรู้ TPACK ของ Mishra and Koehler (2006) ได้แก่

Chai, Koh and Tsai (2010) แบ่งได้ 5 องค์ประกอบ คือ 1) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) 2) ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) 3) ความรู้ด้านวิชาครู (PK) 4) ความรู้ด้านการสอนด้วยเทคโนโลยี (Knowledge of teaching with technology: KTT) และ 5) ความรู้ด้านการสะท้อนคิดอย่างมีวิจรรณาญาณ (Knowledge of critical reflection: KCR)

Chai, Koh and Tsai (2011) แบ่งได้ 8 องค์ประกอบ โดยยึดตามองค์ประกอบความรู้ TPACK ของ Mishra and Koehler แต่เพิ่มเติมในส่วนของ ความรู้ด้านเนื้อหา แบ่งเป็น ความรู้ด้านเนื้อหาในการสอนครั้งแรก (CKCS1) และความรู้ด้านเนื้อหาในการสอนครั้งที่สอง (CKCS2)

Jang and Tsai (2012) แบ่งได้ 5 องค์ประกอบ คือ 1) ความรู้ด้านเนื้อหา (CK) 2) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (TK) 3) ความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะสมกับความรู้ด้านบริบท (PCKCx) 4) ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านวิชาครู (TPACK) และ 5) ความรู้ด้านเทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้ด้านเนื้อหาและความรู้ด้านวิชาครูที่เหมาะสมกับความรู้ด้านบริบท (TPACKCx)

ดังนั้น ผู้วิจัยสรุปจากกรอบแนวคิดดังกล่าวของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ประกอบไปด้วยความรู้ตั้งแต่ 5 องค์ประกอบ 7 องค์ประกอบ และ 8 องค์ประกอบ แต่อย่างไรก็ตาม กรอบความรู้ TPACK 7 องค์ประกอบ ได้รับการนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ครูผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับแต่ละองค์ประกอบของ TPACK เป็นสิ่งสำคัญที่สุด คือการบูรณาการเทคโนโลยี กับวิธีการสอนและเนื้อหาของแต่ละบุคคล มากกว่าที่จะรู้เพียงความหมายของแต่ละองค์ประกอบ



ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Wilson (1993: 196-197) ได้นำเอาการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาตามแนวคิดของบลูม (Bloom) และคณะมาแบ่งพฤติกรรมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้และความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึงความสามารถในการคิดคำนวณ ได้แก่ความรู้ความจำแบบง่าย ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนผ่านมาแล้ว พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specifics) หมายถึงการถาม เพื่อจะวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปแบบหรือแบบเดียวกับที่นักเรียนได้รับจากการเรียน การสอนมาแล้วนอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนต้องนำมาใช้เสมอ

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) หมายถึงความสามารถบอกความหมายคำศัพท์คำนิยามต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry out Algorithms) หมายถึง ความสามารถนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาดำเนินการตามกระบวนการของการคิดคำนวณในแบบที่ได้เคยเรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มิได้มุ่งหมายให้นักเรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่ด้วยตนเอง

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ การวัดพฤติกรรมด้านนี้แบ่งเป็น 6 ชั้น คือ

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) หมายถึงความสามารถในการสรุป ความหมายของสิ่งที่ ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่เรียนมาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุป ความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่งหรืออาจจะกล่าวได้ว่า มโนคติเป็นเซตของสิ่งที่เกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules and Generalization) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติกับตัวปัญหาซึ่งนักเรียนควรจะ รู้หลังจากที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้ว คำถามในระดับนี้บางครั้งอาจเป็นการวัดพฤติกรรมในชั้นการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์(Knowledge of Mathematical Structure) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตาม ลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์และนิยามในคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปสู่อีกแบบหนึ่ง (Ability of Transform Problem Elements form One Mode to Another) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนข้อความที่เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ ในขั้นตอนนี้ได้รวมถึงการคิดคำนวณ คำตอบจากสมการนั้น

2.5 ความสามารถในการดำเนินการตามเหตุผล (Ability of Follow a Line of Reasoning) คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปการอนุมาน ดังนั้น การที่จะเข้าใจบทความหรือผลงานทางคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยความสามารถในการดำเนินตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์(Ability to Read and Interpret a Mathematics Problem) หมายถึง ความสามารถในการอ่าน และตีความจากโจทย์ ความสามารถระดับนี้รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟ หรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว ไปแก้ปัญหาคำถามใหม่ให้เป็นผลสำเร็จทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่อยู่ในแบบฝึกหัด หรือเคยทำมาแล้ว การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหารoutine (Ability to Solve Routine Problem) ปัญหารoutine หมายถึง ปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน โดยที่นักเรียนจะต้อง จัดรูปของพฤติกรรมขั้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการเพื่อที่จะแก้ปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Comparison) หมายถึง การถามที่คาดหวังให้นักเรียนนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องของต่าง ๆ เช่น มโนคติ กฎ ศัพท์นิยามของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุปในการตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อสอบ (Ability to Analyze Data) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ จำแนกโจทย์ออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความจำเป็นหรือไม่ ในการนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหา

4. การวิเคราะห์(Analysis) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในด้านพุทธิพิสัย นักเรียนที่ตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ได้ต้องมีความสามารถในระดับสูง จะเป็นการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา หรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้จักมาก่อน ไม่เคย ฝึกทำมาก่อนแต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า โจทย์ปัญหานั้นจะอยู่นอกขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้นการแก้ปัญหานี้จึงครอบคลุม ความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมารวมทั้งมี

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่สามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้พฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา (Ability to Solve Non Routine Problem) หมายถึง ความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ซึ่งนักเรียนจะต้องแยกปัญหาออกเป็นสวณย่อย ๆ สืบเสาะว่ารู้อะไรบ้างในแต่ละตอน รวมทั้งการเรียนรู้สัญลักษณ์ใหม่เพื่อนำไปสู่คำตอบ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาสถานการณ์ด้วย จะนำกระบวนการคิดคำนวณมาใช้โดยตรงไม่ได้ต้องพยายามหาวิธีการใหม่

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเอง ไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้โดยผู้ตอบ จะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (Ability to Criticize Proofs) หมายถึง ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์การพิสูจน์เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์แต่เป็นความสามารถที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่าการเขียนการพิสูจน์เพราะจะต้องใช้เหตุผลว่าการพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate And Validate Generalization) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และการเขียนพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบข้อคำถามจะแสดงความสมเหตุสมผล

Wehmeier (2000: 9) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะและสมรรถภาพต่างๆ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรประกอบด้วยอย่างน้อย 3 ส่วน คือ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพของด้านอื่น ๆ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530: 29) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะ รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมด้านต่างๆของสมรรถภาพสมอง

จากเอกสารงานวิจัยข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ในการเรียนได้รับการเรียนการสอน ให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมด้านต่าง ๆ

ของสมรรถภาพสมอง สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การที่เราจะทราบได้นักเรียนคนใดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับใด เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่นั้น จำเป็นที่ต้องมีเครื่องในการวัดซึ่งเครื่องมือที่มีความสำคัญที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2443 : 20) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้วว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถน้อยเพียงใด ดังเช่น การสอบวัดผลการเรียนการสอนในชั้นเรียนในปัจจุบัน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545 : 96) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 193) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด

วิไล ทองแผ่น (2547 : 142) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถทางวิชาการของผู้เรียนที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้

ธงชัย ช่อพฤกษา (2548 : 300) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการ ซึ่งเป็นพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจะเกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนว่าบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้เพียงใด

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2549 : 213) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพด้านสมองมี 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher-made Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน ซึ่งใช้กันทั่วไปในโรงเรียนทำให้ครูสามารถวัดได้ตรงจุดมุ่งหมายเพราะผู้สอนเป็นผู้ออกข้อสอบเอง

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่ว ๆ ไป เป็นแบบทดสอบที่ได้หาคุณภาพมาแล้ว มีมาตรฐานในการดำเนินการ

สอบและมาตรฐานในการแปลความหมายของคะแนนซึ่งมีข้อดี คือ คุณภาพของแบบทดสอบเป็นที่น่าเชื่อถือได้ ทำให้สามารถนำไปเปรียบเทียบได้กว้างขวางกว่า

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการในเรื่องต่างๆ ที่นักเรียนได้เรียนไปแล้ว ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด ซึ่งมี 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง และแบบทดสอบมาตรฐาน สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่สร้างขึ้น

ความพึงพอใจ

ความหมายของความพึงพอใจ

ปรียาพร วงษ์อนุตรโรจน์ (2535 : 143) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกรวมของบุคคลที่มีต่อการทำงานทางบวก เป็นความสุขของคนที่เกิดจากการปฏิบัติงาน และได้รับผลตอบแทน คือ ผลที่เป็นความพึงพอใจที่ทำให้บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญกำลังใจ สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงาน รวมทั้งการส่งต่อความสำเร็จและเป็นไปตามเป้าหมายขององค์การ

กาญจน์ เรืองมนตรี (ม.ป.ป. : 1) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึก เช่น ความรู้สึก รัก ชอบ สุขใจ เห็นด้วย ประทับใจ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน มีการเสียสละ อุทิศร่างกาย แรงใจและสติปัญญาให้แก่งานอย่างแท้จริง

สุจิตรา พรมนุชาธิป (2549 : 146) ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจในงาน หมายถึง การเห็นชอบ หรือไม่เห็นชอบของคนที่มีการท างานของเขา ความพอใจในงานสามารถลดการขาดงาน การเปลี่ยนงานและอุบัติเหตุระหว่างการทำงานได้และแม้ว่าความพึงพอใจในการทำงานเป็นสัญลักษณ์ของการจัดองค์การได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ไม่สามารถที่จะทำให้เกิดขึ้นได้โดยการชักจูงหรือซื้อกัน ถ้าคนทำงานขาดความพึงพอใจในการทำงาน จะทำให้องค์การขาดความมั่นคง และเกิดผลร้ายต่าง ๆ ตามมา

จากเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติทางของบุคคลที่มีต่อสภาพของการทำงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่ตนเข้าไปมีส่วนร่วม โดยมีทั้งความพึงพอใจที่เป็นทางด้านบวกและด้านลบ หากบุคคลมีความพึงพอใจทางบวกในการทำงานจะส่งผลให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงานสูง ในทางตรงกันข้ามหากบุคคลมี

ความพึงพอใจทางลบในการทำงาน จะทำให้องค์การขาดความมั่นคง และเกิดผลร้ายต่าง ๆ ตามมา สิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อความสำเร็จขององค์กร

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมากในการที่จะทำให้บุคคลทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยความพึงพอใจเป็นผลมาจากแรงจูงใจต่าง ๆ ที่เป็นตัวกระตุ้น ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้าเกี่ยวกับที่มาอันก่อให้เกิดความพึงพอใจ ดังนี้

ทิตนา แชมมณี (2559 : 69 อ้างอิงจาก Maslow, 1962) ได้กล่าวถึงความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ว่า มนุษย์ทุกคนมีความต้องการพื้นฐานตามธรรมชาติเป็นลำดับขั้น คือ ความต้องการทางร่างกาย (Physical need) ชั้นความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety need) ชั้นความต้องการความรัก (Love need) ชั้นความต้องการการยอมรับและการยกย่องจากสังคม (Esteem need) และชั้นที่ต้องการจะพัฒนาศักยภาพของตนอย่างเต็มที่ (Self-Actualization) หากความต้องการพื้นฐานได้รับการตอบสนองอย่างเพียงพอสำหรับตนในแต่ละขั้น มนุษย์จะสามารถพัฒนาตนไปสู่ขั้นที่สูงขึ้น อีกทั้งมนุษย์มีความต้องการที่จะรู้จักตนเองและพัฒนาตนเอง ประสบการณ์ที่เรียกว่า “Peak Experience” เป็นประสบการณ์ของบุคคลที่อยู่ในภาวะที่มืดดำจากการรู้จักตนเอง ตามสภาพความเป็นจริง มีลักษณะน่าตื่นเต้น เป็นความรู้สึกริบติ เป็นช่วงเวลาที่คุณคนเข้าใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างถ่องแท้ เป็นสภาพที่สมบูรณ์ มีลักษณะผสมผสานกลมกลืน เป็นช่วงเวลาแห่งการรู้จักตนเองอย่างแท้จริง บุคคลที่มีประสบการณ์เช่นนี้บ่อยๆ จะสามารถพัฒนาตนไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์

สมพงษ์ เกษมสิน (2546 : 206 อ้างอิงจาก Alderfer, 1972) ได้แบ่งความต้องการของมนุษย์ออกเป็น 3 ระดับ ดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 ความต้องการดำรงอยู่ (Existence need) เป็นความต้องการดำรงชีวิตได้แก่ ความต้องการทางด้านร่างกายและความปลอดภัย

ระดับที่ 2 ความต้องการทางด้านสัมพันธ์ (Relatedness need) เป็นความต้องการที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นๆในสังคม

ระดับที่ 3 ความต้องการด้านความก้าวหน้า (Growth need) เป็นความต้องการขั้นสูงสุด เป็นความต้องการที่จะได้รับการยกย่องในสังคมและประสบความสำเร็จในชีวิต

สุทธิ ทองประดิษฐ์ (2536 : 116) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีการจูงใจทางพระพุทธศาสนา (Motivation Theory in Buddhism) ว่าหลักการส่วนใหญ่คล้ายคลึงกับการจูงใจของมาสโลว์ ถึงแม้ว่าในรายละเอียดจะมีความแตกต่างกัน โดยการจูงใจทางพระพุทธศาสนาจำแนกความต้องการของคนไว้ 3 ประการ คือ

ประการแรก กล่าวถึง ความต้องการพื้นฐานของคนทุกคน ได้แก่ ปัจจัย 4 อันประกอบด้วย 1) อาหาร 2) ที่อยู่อาศัย 3) เครื่องนุ่งห่ม และ 4) ยารักษาโรค

ประการที่สอง กล่าวถึง กิเลส หรือ ความอยากของมนุษย์ที่แสดงถึงธรรมชาติของมนุษย์ที่ต้องการสิ่งที่จะมาบำบัดความใคร่ของมนุษย์ ทั้งทางร่างกายและจิตใจ ซึ่งจำแนกไว้

3 ประการคือ

1) กามตัณหา หมายถึง ความอยากทางเพศ อยากในสิ่งที่รักใคร่พอใจ ซึ่งอาจจะเป็น รูป รส กลิ่น เสียงและโสถสสัมผัสอื่น ๆ

2) ภวตัณหา หมายถึง ความอยากมี ความอยากเป็น

3) วิภวตัณหา หมายถึง ความไม่อยากมี ความไม่อยากเป็น

ประการที่สาม กล่าวถึง ความต้องการของมนุษย์ ทุกรูปทุกนามว่าต้องการ ลาภ ยศ สุข และสรรเสริญ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า มนุษย์จะมีความพึงพอใจก็ต่อเมื่อความต้องการของตนได้รับการตอบสนองจนเป็นที่พอใจ โดยความต้องการของมนุษย์นั้นมีลักษณะที่เป็นลำดับขั้น โดยจำแนกเป็นความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ เมื่อความต้องการขั้นใดขั้นหนึ่งได้รับการตอบสนองจนเพียงพอ มนุษย์จะพัฒนาตนไปสู่ขั้นที่สูงกว่า

การวัดระดับความพึงพอใจ

บ็อง อัง ผง ผ่าน (2538 : 27) ได้เสนอวิธีในการวัดระดับความพึงพอใจไว้ด้วยกันหลายด้าน ดังต่อไปนี้

1. การวัดความพึงพอใจด้านความรู้สึก เป็นลักษณะทางความรู้สึกหรืออารมณ์ของแต่ละบุคคล องค์ประกอบของความรู้สึกสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ความรู้สึกทางบวก ได้แก่ ชอบ พอใจ และความรู้สึกทางลบ ได้แก่ ไม่ชอบ ไม่พอใจ กลัว รังเกียจ

2. การวัดความพึงพอใจด้านความคิด เป็นการที่สมองของบุคคลรับรู้ และวินิจฉัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับ เกิดเป็นความรู้ ความคิด ซึ่งเกี่ยวข้องกับการพิจารณาที่มาของทัศนคติออกมาว่า ถูกหรือผิด

3. การวัดระดับความพึงพอใจด้านพฤติกรรม เป็นความพร้อมที่จะกระทำหรือความพร้อมที่จะตอบสนองที่มาของทัศนคติ

ถวิล ธาราโรจน์ (2536 : 77-86) ได้กล่าวถึง การวัดความพึงพอใจไว้ว่า ในการวัดความรู้สึกหรือทัศนคติจะวัดออกมาในลักษณะของทิศทาง (Direction) ซึ่งมีอยู่ 2 ทิศทาง คือ มีทิศทางทางบวกและทางลบ ทิศทางทางบวก หมายถึง การประเมินค่าความรู้สึกในทางดี ชอบหรือพอใจ ส่วนทิศทางทางลบ หมายถึงการประเมินค่าความรู้สึกในทางไม่ดี ไม่ชอบ ไม่พอใจ การวัดใน

ลักษณะนี้เป็นการวัดในลักษณะปริมาณ (Magnitude) ซึ่งเป็นความเข้มแข็ง ความรุนแรงหรือระดับทัศนคติไป ในทางที่พึงประสงค์หรือไม่พึงประสงค์นั่นเอง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2536: 3-4) ได้เสนอวิธีการวัดความพึงพอใจไว้ ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) เป็นการวัดโดยคอยสังเกตพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วนำข้อมูลไปอนุมานว่าบุคคลมีเจตคติต่อสิ่งนั้น ๆ อย่างไร
2. การรายงานตนเอง (Self – Report) เป็นการวัดโดยการให้บุคคลเล่าความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นออกมา จากการเล่านี้สามารถที่จะกำหนดค่าของคะแนนความพึงพอใจ
3. วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการซักถามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่งในการศึกษา แต่บางครั้งอาจไม่ได้ความจริงตามที่คาดหวังไว้ เพราะบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่งอาจไม่ยอมเปิดเผยความรู้สึกที่แท้จริง
4. เทคนิคจินตนาการ (Projective Techniques) วิธีนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าผู้สอบ เมื่อผู้สอบเห็นภาพแปลก ๆ ก็จะเกิดจินตนาการออกมาแล้วนำมาตีความหมายจากการตอบนั้น ๆ ก็พอจะวัดเจตคติได้ว่าพอใจหรือไม่
5. วิธีการวัดทางสรีระ คือ ใช้เครื่องมือเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย การวัดทางสรีระนี้สามารถกระทำได้โดย การวัดการต้านกระแสไฟฟ้าของผิวหนัง การขยายของลูกนัยน์ตา การวัดฮอร์โมนบางชนิด

6. การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีที่แพร่หลายอีกวิธีหนึ่ง

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การวัดระดับความพึงพอใจสามารถทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ปัจจัยแวดล้อม ความเหมาะสม ความสะดวก ตลอดจนจุดมุ่งหมายของการวัด การเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมจะทำให้การวัดนั้นมีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือ โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เป็นเครื่องมือในการวัดระดับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด ให้ 5 คะแนน

พึงพอใจมาก ให้ 4 คะแนน

พึงพอใจปานกลาง ให้ 3 คะแนน

พึงพอใจน้อย ให้ 2 คะแนน

พึงพอใจน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ณัฐกานต์ เทพบำรุงและจรินทร์ อุ้มไกร (2559) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านตรอกสะเดา การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายการวิจัย

1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านตรอกสะเดา โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สื่อเสริมการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้น แบบทดสอบ แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test ผลการวิจัย พบว่า 1) ประสิทธิภาพของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เท่ากับ 87.67/82.43 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิลลา อุดุลยศาสน์ และอามีเนาะ มะมิง (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้แนวคิด TPACK และ SAMR Model เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อนและจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ TPACK และ SAMR Model เรื่องค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อนและจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว โดยการบูรณาการเทคโนโลยีกับการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ สื่อค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อนโดยใช้โปรแกรม GSP สื่อจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว โดนินใช้โปรแกรม GSP และ Geogebra แอปพลิเคชัน Kahoot แอปพลิเคชัน Plickers และ แอปพลิเคชัน Padlet พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสตรียะลา อ.เมือง จ.ยะลา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 27 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

กุลธิดา พลเยี่ยม, มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ และนิภาพร ชุตินันต์ (2564) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ร่วมกับการบูรณาการ

เทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะเรื่อง วงกลมชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผล 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 4) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 5) ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้น โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านดงหวาย จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 1 ห้องเรียนทั้งหมด 9 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ จำนวน 18 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.80-1.00 ค่าความยาก ตั้งแต่ 0.25-0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.21-0.92 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.99 แบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ค่าความยากตั้งแต่ 0.30-0.42 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.28-0.50 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.87 และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 1.00 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test for One Sample ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ กระตุ้นความสนใจตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจค้นคว้าคิดนำเสนอและประเมินผล ซึ่งประยุกต์การบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะในชั้นที่ 3 และ 4 มีประสิทธิภาพ 87.15/83.89 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7898 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 78.98 อีกทั้งนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 83.89 และ 81.67 ตามลำดับ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 นอกจากนี้ยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

อรทัย ไชยดำ และอพนันตรี พูลพุทธา (2565) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ตามแนวคิด TPACK MODEL การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุมชนเป็นฐาน และ การสอนภาษาแบบบูรณาการภาษาและเนื้อหาตามแนวคิด TPACK MODEL เรื่องการวัดน้ำหนัก ให้มี

ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการวัดน้ำหนัก ก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้ 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องการวัดน้ำหนัก กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนสนามบิน จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2563 ได้มาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง รวม 35 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละความก้าวหน้า ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุมชนเป็นฐาน และการสอนภาษาแบบบูรณาการภาษาและเนื้อหา ตามแนวคิด TPACK MODEL เรื่องการวัดน้ำหนัก มีประสิทธิภาพ 85.54/78.71 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลัง ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีร้อยละ ความก้าวหน้า เท่ากับ 43.14 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องการวัดน้ำหนัก อยู่ในระดับมากที่สุด

พิระพัฒน์ แสงรุ่ง, สุขแก้ว คำสอน และ อุเทน ปุ่มสันเทียะ (2565) ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด TPACK เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น เพื่อ ส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยนี้มี จุดประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาตามแนวคิด TPACK เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาระดับความเข้าใจ เชิงมโนทัศน์

ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 3) ศึกษา ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด TPACK เรื่อง กราฟและ ความสัมพันธ์เชิงเส้น กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการ เลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิด TPACK เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาตามแนวคิด TPACK ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น มีค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 86.56/87.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาตามแนวคิด TPACK เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น คะแนนความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ใน ระดับการกระทำ (A) สูงสุด รองลงมาคือ กระบวนการ (P) และสิ่งที่เรียนรู้ (O) ตามลำดับ และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด TPACK ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

งานวิจัยต่างประเทศ

T Septia and S Edriati (2019) ได้ศึกษาการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้สื่อการสอนด้าน ICT แบบบูรณาการ จากการสังเกตจากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายบางแห่ง พบว่าไม่มีโรงเรียนใดที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในวิชาคณิตศาสตร์ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหนังสือ ICT แบบบูรณาการที่ครูและนักเรียนสามารถใช้เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ถูกพัฒนาด้วยแบบจำลอง Plomp และประเมินผลแบบ Tessmer ผลการวิจัยพบว่าหนังสือเรียนมีความถูกต้อง และมีประสิทธิภาพจากเนื้อหาและแง่มุมต่าง ๆ ของโครงสร้าง ผลการทดสอบหลังการทดสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประสิทธิภาพของการใช้หนังสือเรียนนั้นถูกคำนวณโดยใช้วิธี Normalized Gain ซึ่งได้ค่าที่ 0.68 หมายถึงหนังสือที่พัฒนานั้นมีประสิทธิภาพในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน และแสดงให้เห็นว่าการใช้ ICT แบบบูรณาการในห้องเรียนมีผลดีต่อแรงจูงใจและความสนใจของนักเรียนในทางที่ดีขึ้น

R Kusumawati (2019) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้งานบทเรียนสำหรับชุมชนแห่งการเรียนรู้ (LSLC) - การเรียนรู้ร่วมกันแบบบูรณาการ - การเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง (RME) เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น 4 ของ MTSN 5 Jemberon เรื่องสมการกำลังสอง ในภาคเรียนคี่ปีการศึกษา 2019/2020 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประเมินโดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยเขียนตอน การเก็บข้อมูลได้มาจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสังเกต สัมภาษณ์ และการสังเกตผลกิจกรรมของครูและนักเรียน ระหว่างการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนอยู่ที่ประมาณ 42.50 ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนดีขึ้นมากถึง 88.13 ซึ่งหมายความว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น เนื่องจากนักเรียนสามารถเข้าใจปัญหา แก้ปัญหา และสรุปผลได้ โดยวัดจากตัวบ่งชี้แต่ละตัวดังนี้ (1) ความสามารถในการเข้าใจปัญหาบริบทในการนำเสนอข้อความทางคณิตศาสตร์ที่เป็นลายลักษณ์อักษรในเงื่อนไขเริ่มต้น 20.83% เพิ่มขึ้นเป็น 29.17% (2) ความสามารถในการแก้ปัญหตามบริบทในสถานะเริ่มต้น 8.33% เพิ่มขึ้นเป็น 50% (3) ความสามารถในการสรุปหลังจากตรวจสอบความถูกต้องของอาร์กิวเมนต์ในเงื่อนไขเริ่มต้น 4.17% เพิ่มขึ้นเป็น 20.83%

Paivi Portaankorva-Koivisto & Mirka Havingsa (2020) ได้ศึกษาการบูรณาการปรากฏการณ์ในทัศนศิลป์และคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายคือการค้นหาการบูรณาการที่เหมาะสมสำหรับทั้งปรากฏการณ์ในทัศนศิลป์และคณิตศาสตร์ โดยเน้นที่การรักษาธรรมชาติของแต่ละวิชาเหล่านี้ ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลจากการสอบถามครูคณิตศาสตร์และบริบทของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นพบว่า

เป็นเรื่องอัตราส่วน จากการทดลองสอนพบว่า การบูรณาการที่เหมาะสมเพื่อใช้ในโรงเรียนจะต้องทำให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้เชิงสืบสวนร่วมกัน และนักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ยังแคบมาก และส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ นักเรียนและครูยังกล่าวอีกว่าการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตและศิลปะของนักเรียน ส่งผลต่อทางอารมณ์ของนักเรียน

Beurcu DURMAZ and other (2021) ได้ศึกษาการศึกษายทเรียนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับวรรณกรรมเด็กที่มีต่อคุณค่าความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ความเข้าใจในแนวคิดค่าหลักของตัวเลขนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย จุดมุ่งหมายของการศึกษานี้คือการวิเคราะห์ผลการใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ร่วมกับหนังสือเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในค่าหลักของตัวเลขนั้นของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน ได้มาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยระบุว่าการใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ร่วมกับหนังสือเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในค่าหลักของตัวเลขมีผลดีต่อความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นอกจากนี้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคณิตศาสตร์ร่วมกับหนังสือเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในค่าหลักของตัวเลข

T.Nedaei, M.Hoserinzade (2022) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะคณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับเกมการเคลื่อนไหว ที่มีผลต่อความก้าวหน้าทางการเรียนคณิตศาสตร์และการรับรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นวิจัยแบบกึ่งทดลองที่มีการออกแบบก่อนการทดสอบ หลังการทดสอบ และระยะเวลาติดตามผล 1 เดือน ประชากรคือนักเรียนหญิง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในเมืองอิสฟาฮาน ในปีการศึกษา 2562-2563 โดยคัดเลือก มา 60 คน โดยวิธีการสุ่มตามความสะดวกและตามคะแนนการทดสอบประสิทธิภาพก่อน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกฝนวิชาคณิตศาสตร์โดยครูพลศึกษาและครูคณิตศาสตร์ที่สนามของโรงเรียนในรูปแบบของเกมและกีฬา ในขณะที่กลุ่มควบคุมได้รับการสอนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีดั้งเดิม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนซ้ำ ๆ ผลการวิจัยพบว่าการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกมการเคลื่อนไหวเพื่อเพิ่มคะแนนบทเรียนคณิตศาสตร์และการรับรู้ความเร็วและความแม่นยำ แสดงให้เห็นการพัฒนาคะแนนวิชาคณิตศาสตร์และการรับรู้ ความแม่นยำ ความเร็ว และความสนใจ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดูเหมือนว่าเราคิดด้วยการเคลื่อนไหวร่างกายเป็นหลัก อันที่จริงระบบต่าง ๆ ของร่างกายประกอบด้วยโครงสร้างที่เชื่อมต่อถึงกัน นอกจากนี้การใช้ชีวิตที่กระฉับกระเฉงและการออกกำลังกายเป็นประจำยังมีประสิทธิภาพมากในการรักษาและเพิ่มการทำงานขององค์ความรู้ ช่วยเพิ่มความรู้ความเข้าใจ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเวียงน้อยศึกษา อำเภองาวน้อย จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขอนแก่น ในปีการศึกษา 2565 จำนวน 90 คน จาก 3 ห้องเรียน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเวียงน้อยศึกษา อำเภองาวน้อย จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขอนแก่น จำนวน 31 คน จำนวน 1 ห้อง ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผน

แผนที่ 1 สมบัติของเลขยกกำลัง

แผนที่ 2 สมบัติของเลขยกกำลัง(ต่อ)

แผนที่ 3 รากที่ 2 และรากที่ 3 ของจำนวนจริง

แผนที่ 4 รากที่ n ของจำนวนจริง

แผนที่ 5 ค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริง

แผนที่ 6 สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง

แผนที่ 7 สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง(ต่อ)

แผนที่ 8 การหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์

แผนที่ 9 เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

แผนที่ 10 เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ(ต่อ)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ

3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ลักษณะเป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ สร้างขึ้น 15 ข้อ ใช้จริงจำนวน 10 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และศึกษาหลักสูตรโรงเรียนเวียงน้อยศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ แนวคิด วิธีการ ข้อเสนอแนะ จากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบบูรณาการ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) และหลักการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 ออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ดังตาราง 3
ตาราง 3 การออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)

	ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological knowledge)	ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogical knowledge)	ความรู้ด้านเนื้อหาที่สอน (Content knowledge)
--	--	--	---



<p>การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)</p>	<p>การจัดการเรียนรู้โดยใช้ infographic, YouTube Quizizz และ Mentimeter ซึ่งเป็น Web Application ที่ใช้สำหรับสร้างพีเซนเทชันที่นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการโต้ตอบ ระดมสมอง แสดงความคิดเห็นกับ ครูผู้สอนที่มีประเภทของคำถามที่หลากหลาย และแสดงผลคะแนนแบบเรียลไทม์ทุกครั้งหลังจบคำถาม ซึ่งนักเรียนสามารถดูได้ทางหน้าจอโทรศัพท์ของตนเอง และครูได้เปิดข้อความถามแสดงผ่านจอทีวีให้ดูไปพร้อมกัน ช่วยให้การเรียนการสอนมีความน่าสนใจ เพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนได้มากยิ่งขึ้น</p>	<p>ใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย โดยขั้นตอนการสอน 5 ขั้น ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นเตรียม หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนสร้างความสนใจของนักเรียน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ สื่อ infographic หรือ YouTube 2. ขั้นสอน หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนนำเสนอและถ่ายทอดความรู้ ภูมิ หลักการ ทฤษฎี หรือข้อสรุปที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้สื่อ นวัตกรรมทางเทคโนโลยี Mentimeter ซึ่งเป็นเว็บสร้างพีเซนเทชันที่นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการเรียนผ่านทางโทรศัพท์มือถือ 3. ขั้นยกตัวอย่าง/ตรวจสอบ หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอน 	<p>เรื่องเลขยกกำลัง มี 7 เนื้อหาย่อย ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สมบัติของเลขยกกำลัง 2. รากที่ 2 และรากที่ 3 ของจำนวนจริง 3. รากที่ n ของจำนวนจริง 4. ค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริง 5. สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง 6. การหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ 7. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ
--	---	---	---

ตาราง 3 (ต่อ)

	<p>ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological knowledge)</p>	<p>ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogical knowledge)</p>	<p>ความรู้ด้านเนื้อหาที่สอน (Content knowledge)</p>
--	---	---	---

		<p>ยกตัวอย่างประกอบเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น หรือผู้สอนอาจจะพิสูจน์กฎ หลักการ ทฤษฎี หรือ ข้อสรุปที่ได้นำเสนอไปให้ ผู้เรียนเห็นจริงและได้ลงมือ ปฏิบัติด้วยตนเอง โดยใช้ Mentimeter ในการตอบ คำถาม</p> <p>4. ชั้นสรุป หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนสรุปองค์ ความรู้ที่ได้ด้วยตนเองอีกครั้ง ว่ากฎเกณฑ์หลักการ ทฤษฎี หรือข้อสรุปที่ครูอธิบายนั้น เป็นจริงทุกประการ ข้อสรุปที่ ได้นับว่าเป็นความรู้ที่ถูกต้อง</p> <p>5. ชั้นนำไปใช้ หมายถึง กระบวนการที่ผู้เรียนได้ ฝึกฝนการนำความรู้ กฎ หลักการ ทฤษฎี หรือ ข้อสรุปที่ได้เรียนรู้ จาก ผู้สอนไปใช้ในสถานการณ์ ต่าง ๆ หรือใช้ในการสร้าง ข้อสรุปใหม่ได้อย่าง สมเหตุสมผล</p>	
--	--	--	--

1.5 เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอน
เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง เลขยกกำลัง จำนวน 10 แผน ประกอบไปด้วยเนื้อหาที่จะใช้ในการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) ในครั้งนี้
ดังตาราง

ตาราง 4 แสดงการแบ่งสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง

แผน ที่	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
------------	-----------	-----------------------	------------------

แผน ที่	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	สมบัติของเลขยกกำลัง	1. คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มได้ 2. ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการหาคำตอบของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มได้ 3. มีความตรงต่อเวลา	1
2	สมบัติของเลขยกกำลัง(ต่อ)	1. ระบุมสมบัติที่ใช้หาค่าของเลขยกกำลังได้ 2. แสดงวิธีการหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยกกำลังได้ 3. มีความรับผิดชอบในการทำงาน	1
3	รากที่ 2 และรากที่ 3 ของจำนวนจริง	1. คำนวณหารากที่ 2 หรือรากที่ 3 ของจำนวนที่กำหนดให้ได้ 2. ให้เหตุผลประกอบการสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 3. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	1
4	รากที่ n ของจำนวนจริง	1. คำนวณหารากที่ n ของจำนวนที่กำหนดให้ได้ 2. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอที่มาของผลลัพธ์ได้ 3. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน	1
5	ค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริง	1. คำนวณหาค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริงได้ 2. นำความรู้เรื่องเลขยกกำลัง ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ 3. มีความตรงต่อเวลา	1
6	สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง	1. ประยุกต์ใช้สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง หาค่าของจำนวนที่ติดกรณที่ได้ 2. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายได้อย่างเหมาะสม 3. ตั้งใจและรับผิดชอบต่อนหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	1
7	สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง(ต่อ)	1. ประยุกต์ใช้สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง หาค่าของจำนวนที่ติดกรณที่ได้	1

แผน ที่	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
		2. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อ ความหมายได้อย่างเหมาะสม 3. มีความรับผิดชอบในการทำงาน	
8	การหาผลบวก ผลต่าง และ ผลคูณของจำนวนที่อยู่ใน รูปกรณ์	1. คำนวณหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของจำนวนที่ อยู่ในรูปกรณ์ได้ 2. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อ ความหมายได้อย่างเหมาะสม 3. มีความตรงต่อเวลา	1
9	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลัง เป็นจำนวนตรรกยะ	1. คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยกกำลังที่ มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะได้ 2. แสดงวิธีการหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยก กำลังได้ 3. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน	1
10	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลัง เป็นจำนวนตรรกยะ(ต่อ)	1. คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยกกำลังที่ มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะได้ 2. แสดงวิธีการหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยก กำลังได้ 3. มีความรับผิดชอบในการทำงาน	1
รวม			10

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอน
เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องเหมาะสม ประกอบการเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

1.7 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ
เทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง เลขยกกำลัง ให้ถูกต้องเหมาะสมตาม
ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น จำนวน 10 แผน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อคณะผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในด้านเนื้อหา จุดประสงค์ และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับผู้เชี่ยวชาญ มี 5 ระดับ คือ

ระดับคะแนน 5 หมายถึง มีความสอดคล้องเหมาะสมมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง มีความสอดคล้องเหมาะสมมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความสอดคล้องเหมาะสมปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีความสอดคล้องเหมาะสมน้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสอดคล้องเหมาะสมน้อยที่สุด

1.9 นำคะแนนประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์คุณภาพดังนี้ (อพันตรี พูลพุทธา, 2565)

4.50 – 5.00 มีความสอดคล้องเหมาะสมมากที่สุด

3.50 – 4.49 มีความสอดคล้องเหมาะสมมาก

2.50 – 3.49 มีความสอดคล้องเหมาะสมปานกลาง

1.50 – 2.49 มีความสอดคล้องเหมาะสมน้อย

1.00 – 1.49 มีความสอดคล้องเหมาะสมน้อยที่สุด

ผลปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้วแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.47)

1.10 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องอีกครั้ง จากนั้นนำไปทดลองกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเวียงน้อยศึกษา จำนวน 32 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

1.11 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์

1.12 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง เลขยกกำลัง ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา มาตรฐาน/ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ ดังตาราง 2

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค1.1 ม.5/1 เข้าใจความหมายและใช้สมบัติเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากันและการไม่เท่ากันของจำนวนจริงในรูปกรณฑ์และจำนวนจริงในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

ตาราง 5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา มาตรฐาน/ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนข้อสอบ

เรื่อง ที่	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สร้างขึ้น	ใช้จริง
---------------	-----------	-----------------------	-----------	---------

เรื่อง ที่	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	สร้างขึ้น	ใช้จริง
1	สมบัติของเลขยกกำลัง	คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มได้	20	14
2	รากที่ 2 และรากที่ 3 ของจำนวนจริง	คำนวณหารากที่ 2 หรือรากที่ 3 ของจำนวนที่กำหนดให้ได้	7	5
3	รากที่ n ของจำนวนจริง	คำนวณหารากที่ n ของจำนวนที่กำหนดให้ได้	4	2
4	ค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริง	คำนวณหาค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริงได้	3	1
5	สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง	ประยุกต์ใช้สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริงหาค่าของจำนวนที่ติดกันได้	4	3
6	การหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์	คำนวณหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ได้	2	2
7	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะได้	5	3
รวม			45	30

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ตอบถูก ให้ 1 คะแนน
ตอบผิด ให้ 0 คะแนน

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา พิจารณาตรวจสอบให้คำแนะนำในส่วนที่บกพร่อง ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ข้อเสนอแนะแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมประเมินจำนวน 45 ข้อ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำมาคำนวณหาค่า IOC ซึ่งค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ โดยคะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง เป็นดังนี้

ให้ +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้ 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้ -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้

ผลปรากฏว่า ข้อสอบสอดคล้องจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 45 ข้อ

2.7 นำแบบทดสอบมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเวียงน้อยศึกษา จำนวน 32 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.8 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ รายข้อ โดยใช้วิธีการของเบรนนัน (Brannan) มีเกณฑ์การพิจารณาตัดข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 1.00 ถือว่าใช้ได้ ผลปรากฏว่า ข้อสอบมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ จำนวน 41 ข้อ จากนั้น ผู้วิจัยคัดไว้ใช้จำนวน 30 ข้อ โดยข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.82

2.9 วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วยวิธีโลเวท (Lovett) ผลปรากฏว่า ข้อสอบมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.96

2.10 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี ในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ เทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

3.2 ศึกษาวิธีการสร้าง แบบสอบถามจากหนังสือการวิจัยทางการศึกษาของ อพันธ์วี พูลพทุธา (2565) และหนังสือการวิจัยเบื้องต้นของ บุญชม ศรีสะอาด (2560)

3.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ เทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบ มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มุ่งวัดความรู้สึกรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลข ยกกำลัง จำนวน 15 ข้อ ต้องการจริง 10 ข้อ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเบื้องต้นเพื่อปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด ให้ 5 คะแนน

พึงพอใจมาก ให้ 4 คะแนน

พึงพอใจปานกลาง ให้ 3 คะแนน

พึงพอใจน้อย ให้ 2 คะแนน

พึงพอใจน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม พิจารณาความเหมาะสมของข้อความ และ ความเที่ยงตรง (Valid) ของแบบสอบถาม

3.5 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าดัชนี ความสอดคล้องของข้อความ และความเที่ยงตรงโดยใช้ สูตร IOC (สมนึก ภัทธิยธนี) เลือกข้อความที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ถึง 1.00 เป็นข้อความที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรง

3.6 นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนแวงน้อยศึกษา จำนวน 32 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับที่ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้

3.7 หาอำนาจจำแนกของแบบสอบถามเป็นรายข้อ โดยวิธี Item total correlation แล้วคัดเลือกข้อที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลปรากฏว่า สร้างขึ้น 15 ข้อ มีคุณภาพทั้งหมด 15 ข้อ

3.8 นำแบบสอบถามคัดเลือกไว้ 10 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) ผลปรากฏว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94

3.9 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล มีการดำเนินการดังนี้

1. ปฐมนิเทศรายวิชาเพื่อสร้างข้อตกลงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง เลขยกกำลัง โดยแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้นักเรียนทราบ แจ้งบทบาทของครูและนักเรียน และวิธีการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน แล้วทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง

2. ดำเนินจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) จำนวน 10 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) ตามกำหนดแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน

4. ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 70/70 โดยการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพตามวิธีการของ ชัยยงค์ พรมวงศ์

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียน ก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง โดยการวิเคราะห์ด้วย dependent sample t-test

3. วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำค่าเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ดังนี้ (อพันธ์ พิรุฬพุทธา. 2565: 155)

4.50 – 5.00	หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง เหมาะสมมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2560)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
f แทน ความถี่หรือคะแนนที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมดหรือคะแนนเต็ม

1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
n แทน จำนวนคะแนนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
N แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 \sum แทน ผลรวม

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1.1 ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1/E_2) โดยใช้สูตร ดังนี้ (สูตร ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบย่อยหรือกิจกรรมระหว่างเรียน
 A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อยหรือกิจกรรมระหว่างเรียน
 N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum Y$ แทน คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน
 A แทน คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน
 N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2.2 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงกลุ่ม ดังนี้

2.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ดังนี้ (อพนันตรี พูลพุทธา. 2565: 122)

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

เมื่อ IOC แทน ความสอดคล้องระหว่างข้อความของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$$\frac{\sum R}{N} \text{ แทน ผลรวมความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ} \\ \text{แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ}$$

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีการของเบรนนาน (Brannan) ดังนี้ (อพันธ์ พูลพุทธา. 2565: 126)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2} \dots\dots\dots \text{ตัวถูก}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U แทน จำนวนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)

N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

2.2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีโลเวท (Lovett) ดังนี้ (อพันธ์ พูลพุทธา. 2565: 132)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ k แทน จำนวนข้อสอบ

X แทน คะแนนสอบ

C แทน คะแนนจุดตัด หรือคะแนนที่ผ่านเกณฑ์

2.3 การหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ ดังนี้

2.3.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ ดังนี้ (อพันธ์ พูลพุทธา. 2565: 122)

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

เมื่อ IOC แทน ความสอดคล้องของข้อคำถาม

$\sum R$ แทน ผลรวมความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.3.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยวิธี Item total correlation ดังนี้ (อพันตรี พูลพุทธา. 2565: 133)

$$r_{xy} = 1 - \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ N แทน จำนวนคนทั้งหมด

X แทน คะแนนของข้อคำถามข้อที่ i

Y แทน คะแนนรวมในแต่ละคน

2.3.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยวิธีของ Cronbach ดังนี้ (อพันตรี พูลพุทธา. 2565: 136)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ $\sum S_i^2$ แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมความแปรปรวนของคะแนนรายข้อทุกข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการทดสอบค่าที (Dependent Sample t-test) ดังนี้ (อพันธ์ พูลพุทธา. 2565: 169)

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

เมื่อ D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคน
n แทน จำนวนตัวอย่าง

พหุ ประทีป ชีวะ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
t	แทน	การทดสอบทางสถิติโดยใช้ t-test for dependent
Sig	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 3 ระดับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งเป็นการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยวัดจากการทำใบงาน และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยวัดจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เทียบกับเกณฑ์ 70/70 ผลปรากฏดังตาราง 6-7 ส่วนรายละเอียดคะแนนได้แสดงว่าในภาคผนวก

ตาราง 6 คะแนนระหว่างเรียน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง

ลำดับ	แผนการจัดการเรียนรู้											หลังเรียน
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม	
	(35)	(25)	(30)	(30)	(30)	(20)	(15)	(15)	(15)	(15)	(230)	30
1	16	18	19	23	18	13	6	9	7	10	139	16
2	20	17	24	20	23	15	10	13	10	11	163	17
3	32	23	27	29	25	16	12	13	15	14	206	30
4	31	21	23	28	28	13	12	14	14	11	195	20
5	27	17	16	20	23	12	10	10	11	12	158	20
6	23	18	20	23	25	17	13	14	11	10	174	19
7	35	23	26	28	30	20	15	13	14	15	219	30
8	20	16	22	23	26	13	9	10	12	11	162	16
9	32	22	29	26	27	16	15	14	13	15	209	20
10	27	20	26	28	29	18	12	13	14	15	202	29
11	24	20	25	24	25	16	10	12	11	14	181	18
12	33	22	28	26	30	18	14	14	15	15	215	27
13	26	17	19	25	20	10	13	12	10	14	166	20
14	30	19	28	26	27	16	13	10	13	15	197	24

ตาราง 6 (ต่อ)

ลำดับ	แผนการจัดการเรียนรู้											หลังเรียน 30
	1 (35)	2 (25)	3 (30)	4 (30)	5 (30)	6 (20)	7 (15)	8 (15)	9 (15)	10 (15)	รวม (230)	
15	20	19	25	27	26	18	15	14	13	14	191	26
16	26	18	22	26	23	15	11	12	10	14	177	21
17	33	25	28	27	25	16	12	13	15	15	209	30
18	23	16	18	14	22	18	13	11	12	9	156	17
19	33	23	27	24	26	16	13	14	12	15	203	27
20	30	15	21	22	27	17	12	9	10	14	177	24
21	26	16	24	26	29	14	10	13	15	15	188	25
22	28	17	23	20	22	15	11	9	10	13	168	20
23	27	21	22	26	19	10	13	13	12	12	175	20
24	26	22	23	20	18	13	11	12	15	13	173	20
25	34	17	25	24	23	17	12	13	10	11	186	25
26	26	15	23	26	24	16	11	13	10	14	178	22
27	18	20	7	13	22	23	13	14	9	8	147	16
28	25	16	21	18	17	18	13	12	10	9	159	19
29	29	21	28	27	30	16	15	14	15	15	210	27
30	20	14	22	15	16	12	9	11	9	10	138	18
31	24	18	27	24	26	13	14	10	11	12	179	21
รวม	824	586	718	728	751	480	372	378	368	395	5600	684
\bar{X}	26.58	18.90	23.16	23.48	24.23	15.48	12.00	12.19	11.87	12.74	180.65	22.06
S.D.	5.04	2.84	4.47	4.20	3.92	2.80	2.05	1.68	2.22	2.19	22.26	4.46
ร้อยละ	75.94	75.61	77.20	78.28	80.75	77.42	80.00	81.29	79.14	84.95	78.54	73.55

จากตาราง 6 พบว่า คะแนนที่ได้จากระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 180.65 จากคะแนนเต็ม 230 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.54 ของคะแนนเต็ม และคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.06 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.55 ของคะแนนเต็ม

ตาราง 7 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอน
เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละของคะแนนเต็ม
คะแนนระหว่างเรียน (E_1)	230	180.65	22.26	78.54
คะแนนหลังเรียน (E_2)	30	22.06	4.46	73.55
ประสิทธิภาพ = 78.54/73.55				

จากตาราง 7 พบว่า แผนการกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอน
เนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 78.54/73.55
ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยวิเคราะห์ร้อยละความก้าวหน้า และทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียน
และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการ
สอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ผลปรากฏดังตาราง 8-9

ตาราง 8 ร้อยละความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยี
ในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30)	คะแนนหลังเรียน (30)	ผลต่างของคะแนน (post – pre)	ร้อยละ
1	6	16	10	33.33
2	13	17	4	13.33
3	24	30	6	20.00
4	12	20	8	26.67
5	9	20	11	36.67

ตาราง 8 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30)	คะแนนหลังเรียน (30)	ผลต่างของคะแนน (post - pre)	ร้อยละ
6	10	19	9	30.00
7	21	30	9	30.00
8	13	16	3	10.00
9	10	20	10	33.33
10	17	29	12	40.00
11	12	18	6	20.00
12	13	27	14	46.67
13	10	20	10	33.33
14	16	24	8	26.67
15	12	26	14	46.67
16	9	21	12	40.00
17	17	30	13	43.33
18	10	17	7	23.33
19	16	27	11	36.67
20	9	24	15	50.00
21	15	25	10	33.33
22	16	20	4	13.33
23	12	20	8	26.67
24	14	20	6	20.00
25	12	25	13	43.33
26	11	22	11	36.67
27	11	16	5	16.67
28	12	19	7	23.33
29	22	27	5	16.67
30	9	18	9	30.00

ตาราง 8 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (30)	คะแนนหลังเรียน (30)	ผลต่างของคะแนน (post – pre)	ร้อยละ
31	9	21	12	40.00
รวม	402	684	282	940
\bar{X}	12.97	22.06	9.10	30.32
SD	4.12	4.46	3.25	-
ร้อยละ	43.23	73.55	30.32	-

จากตาราง 8 พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียน ได้ 12.97 คิดเป็นร้อยละ 43.23 และหลังเรียนของนักเรียน ได้ 22.06 คิดเป็นร้อยละ 73.55 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาร้อยละความก้าวหน้าของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 30.32

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Score	Pretest		posttest		Paired Differences		t-test	p
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
30	12.97	4.12	22.06	4.46	9.10	3.25	15.59	0.00*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ระดับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	4.00	1.10	มาก
2	นักเรียนได้ฝึกการใช้เทคโนโลยีในชั้นเรียน	4.26	0.96	มาก
3	กิจกรรมการเรียนการสอนสนุกสนาน	4.35	0.91	มาก
4	กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ	4.39	1.12	มาก
5	กิจกรรมที่ครูให้ปฏิบัติทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียน	4.45	1.06	มาก
6	นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในระหว่างเรียน	4.35	0.88	มาก
7	กิจกรรมการเรียนทำให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออก	3.74	1.26	มาก
8	กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดคำนวณด้วยตนเอง	3.94	1.00	มาก
9	การใช้เทคโนโลยีทำให้นักเรียน รู้ความสามารถของตนเอง	4.13	1.06	มาก
10	นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน	3.87	1.09	มาก
	รวม	4.15	8.61	มาก

จากตาราง 10 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.15$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ อันดับที่ 1 กิจกรรมที่ครูให้ปฏิบัติทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียน ($\bar{X} = 4.45$) อันดับที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ ($\bar{X} = 4.39$) และอันดับที่ 3 กิจกรรมการเรียนการสอนสนุกสนาน และนักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในระหว่างเรียน ($\bar{X} = 4.35$) ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานการวิจัย
3. สรุปผล
4. อภิปรายผล
5. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สรุปผล

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 78.54/73.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อภิปรายผลได้ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 79.70/73.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด หมายความว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินผลระหว่างเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) ทั้ง 10 แผน คิดเป็นร้อยละ 79.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 73.55 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จะเห็นได้ว่า วิธีการสอนแบบนिरนัยสามารถพัฒนาความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยผู้วิจัยได้ให้ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ก่อนที่จะยกตัวอย่างแล้วจึงให้ทำแบบฝึกหัด การจัดการเรียนรู้แบบนिरนัยนี้ อาจเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาคณิตศาสตร์ เนื่องจากธรรมชาติที่ซับซ้อนของคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นต้องเข้าใจสมการ สูตร การแทนที่ กฎ ฯลฯ เฉพาะเมื่อนักเรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับแนวคิดที่สอนในชั้นเรียน ตัวอย่างเท่านั้นที่สามารถเข้าใจได้ (Baki, 2008) ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อรทัย ไชยดำ และอพันธ์ พูลพุดธา (2022) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ตามแนวคิด TPACK MODEL ผลปรากฏว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ตามแนวคิด TPACK MODEL เรื่องการวัดน้ำหนักของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 85.54/78.71 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ กมลชนก แก้วศรีใส (2563) ทำการวิจัยเรื่องกระบวนการจัดการเรียนรู้รายวิชาดนตรีตามกรอบ TPACK MODEL สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหนองคู อำเภอนิวบุรีจังหวัดร้อยเอ็ด ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้รายวิชาดนตรีตามกรอบ TPACK

MODEL สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.18/84.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ลิลลา อุดุลยศาสตร์ และอามีเนาะ มะมิง (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้แนวคิด TPACK และ SAMR Model เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อน และจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อนและจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้วของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณัฐกานต์ เทพบำรุงและจรินทร์ อุ่มไกร (2559) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนมีความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ อันดับที่ 1 กิจกรรมที่ครูให้ปฏิบัติทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียน อันดับ 2 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ และอันดับที่ 3 กิจกรรมการเรียนการสอนสนุกสนาน และนักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในระหว่างเรียน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าการจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม ทำกิจกรรม และการอภิปรายนั้น มีบทบาทสำคัญต่อทัศนคติของนักเรียน ผลการศึกษาเกี่ยวข้องกับ Echiverri, et al. (2020) ซึ่งพบความสัมพันธ์ระหว่างสององค์ประกอบในการสร้างสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนที่เรียนรู้ได้ ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิระพัฒน์ แสงรุ่ง, สุขแก้ว คำสอน และ อุเทน ปุ่มสันเทียะ (2565) ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด TPACK เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด TPACK ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กุลธิดา พลเยี่ยม, มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ และนิภาพร ชูติมันต์ (2564) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง

วงกลม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำไปใช้

1.1 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ดังนี้

1.1.1 ควรเตรียมสภาพแวดล้อมหรือความพร้อมในการเรียนก่อนจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะออนไลน์ ทั้งตัวนักเรียน อุปกรณ์การเรียน internet โปรแกรมที่ใช้ในการสอน

1.1.2 ครูควรมีการกระตุ้นหรือมีการเสริมแรงให้กับนักเรียน โดยการชมเชยนักเรียนที่ส่งคนแรก การชมเชยนักเรียนที่ทำคะแนนผ่านเกณฑ์ และได้ผลคะแนนสูงสุด เพื่อให้นักเรียนเกิดแรงกระตุ้นในการเรียนรู้

1.1.3 การวัดและการประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบฝึกออนไลน์ ครูควบคุมการทดสอบ กำกับติดตาม เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่แท้จริง เน้นย้ำเรื่องความซื่อสัตย์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาารูปแบบของแบบฝึกทักษะออนไลน์ เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนทราบคะแนนของตนเองได้อย่างรวดเร็ว

2.2 ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) กับนักเรียนในระดับชั้นที่แตกต่างออกไป หรือในบทเรียนอื่น ๆ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลเที่ยงตรงและเชื่อถือได้สูง

พูน ปณ ทิโต ชีเว

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กุลธิดา พลเยี่ยม, มะลิวัลย์ ฤณาพรรณ และนิภาพร ชุตินันต์. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**. 15(2), พฤษภาคม – สิงหาคม.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอน. **วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย**. 5(1), 7-20.
- ณัฐกานต์ เทพบำรุง และจรินทร์ อุ่มไกร. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริง เสริมสามมิติ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านตรอกสะเดา. **การประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 2**. 30-31 มีนาคม 2559. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ทีศนา เขมมณี. (2552). **ศาสตร์การสอน**. (พิมพ์ครั้งที่ 5) กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์จำกัด.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- เผชญิ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์สื่อและเทคโนโลยีการศึกษา (E1/E2). **วารสารการวัดผลการศึกษา**. 7(4), 46-56.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- พีระพัฒน์ แสงรุ่ง, สุขแก้ว คำสอน และ อุเทน ปุ่มสันเทียะ. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด TPACK เรื่อง กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้นเพื่อส่งเสริมความเข้าใจในทศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. **วารสารบัณฑิตวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**. 13(21), กรกฎาคม-มีนาคม.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2557). **เอกสารการบรรยาย รายวิชาชีพครู (Teaching Profession)**.
ขอนแก่น : ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ลิลลา อุดุลยาศาสน์ และอามีเนาะ มะมิง (2562). การใช้แนวคิด TPACK และ SAMR Model เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเชิงซ้อนและจำนวนเชิงซ้อนในรูปเชิงขั้ว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 4**. สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ศูนย์บริการวิชาการและเผยแพร่นวัตกรรมทางการศึกษา และภาควิชาวิจัยและพัฒนาศึกษา. (2565).

โปรแกรมวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Research Tools Analysis Program: RTAP). มหาสารคาม คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สืบค้นจาก <https://edurtap.msu.ac.th/rtapapp/>

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). **การวัดผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กทม.: ประสานการพิมพ์.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). **ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์**. กทม.: ประสานการพิมพ์

สิริพร ทิพย์คง. (2545). **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.) จำกัด.

อพันธ์ี พูลพทุธา. (2565). **การวิจัยทางการศึกษา**. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.

อรทัย ไชยดำ และอพันธ์ี พูลพทุธา (2022). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ตามแนวคิด TPACK MODEL.**

อัมพร ม้าคะนอง. (2553). **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Durmaz, B., & Miçooğullari, S. (2021). THE EFFECT OF THE INTEGRATED MATHEMATICS LESSONS WITH CHILDREN'S LITERATURE ON THE FIFTH GRADE STUDENTS' PLACE VALUE UNDERSTANDING. *Acta Didactica Napocensia*, 14(2), 244-256.

Kusumawati, R. (2020, June). The application of Lesson Study for Learning Community (LSLC)-based collaborative learning-integrated Realistic Mathematics Education (RME) to improve the students' mathematical reasoning ability class IX D of MTSN 5 Jember on quadratic equation material. *Journal of Physics: Conference Series*, 1563, 012060

Lardizabal, Amparo S. and others. (1970). *Methods and Principles of Teaching*.

Quezon City : Alemar – Phoenix.

Nedae, T., & Hosseinzadeh, M. (2021). The effect of integrated math training with movement games on the progress of mathematics learning and Cognitive function in students. *Research on Educational Sport*.

Nuansaard, N., Hajisalah, S., Kongthip, Y., & Janjaron, A. (2020). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรขาคณิต โดยการบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *Journal of Industrial Education*, 19(1), 47-55.

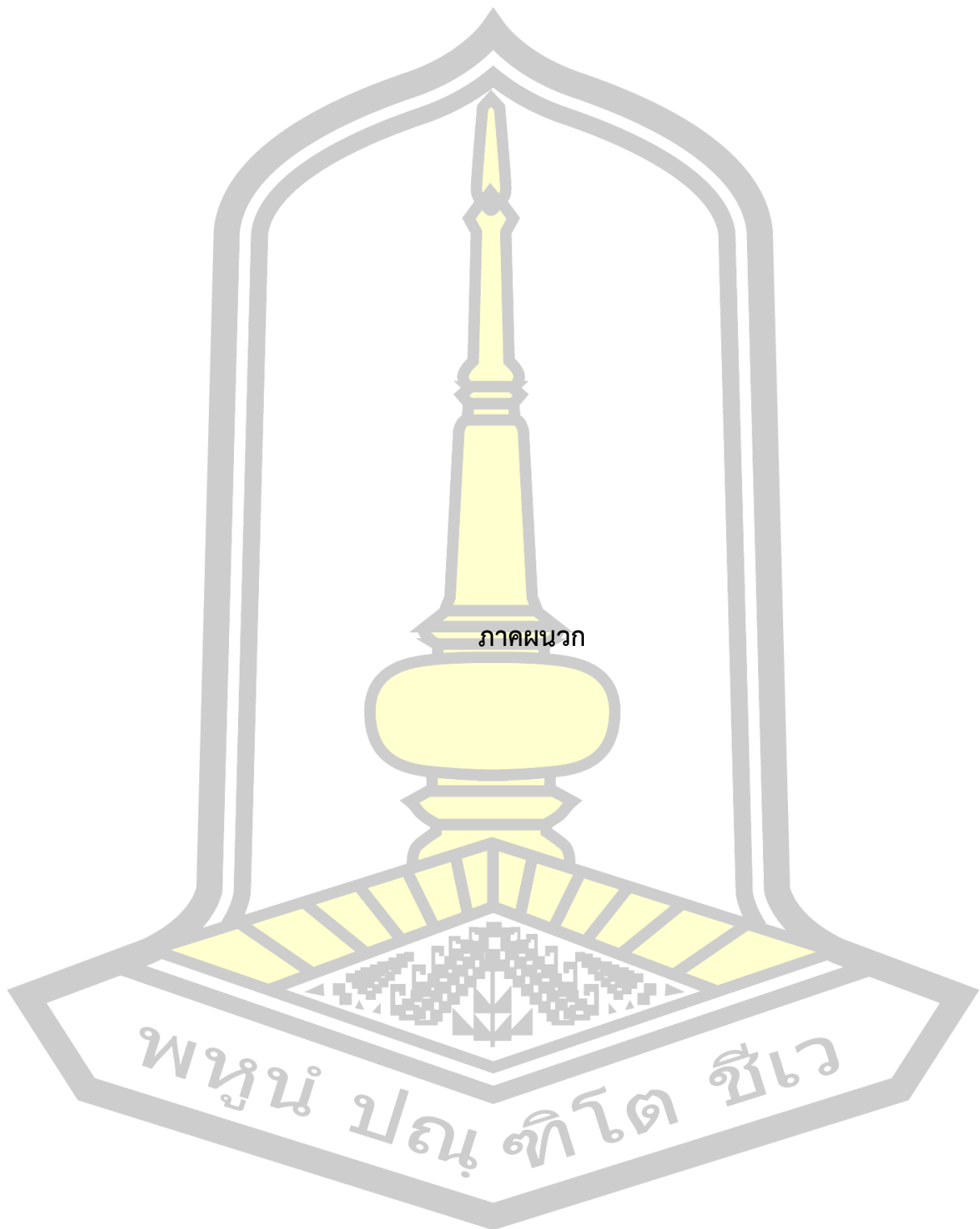
Orathai Chaidam & Apantee Poonputta. (2022). Learning Achievement Improvement of 1st Grade Students by Using Problem-Based Learning (PBL) on TPACK MODEL. *Journal of Education and Learning*. 11(2); 43-48.

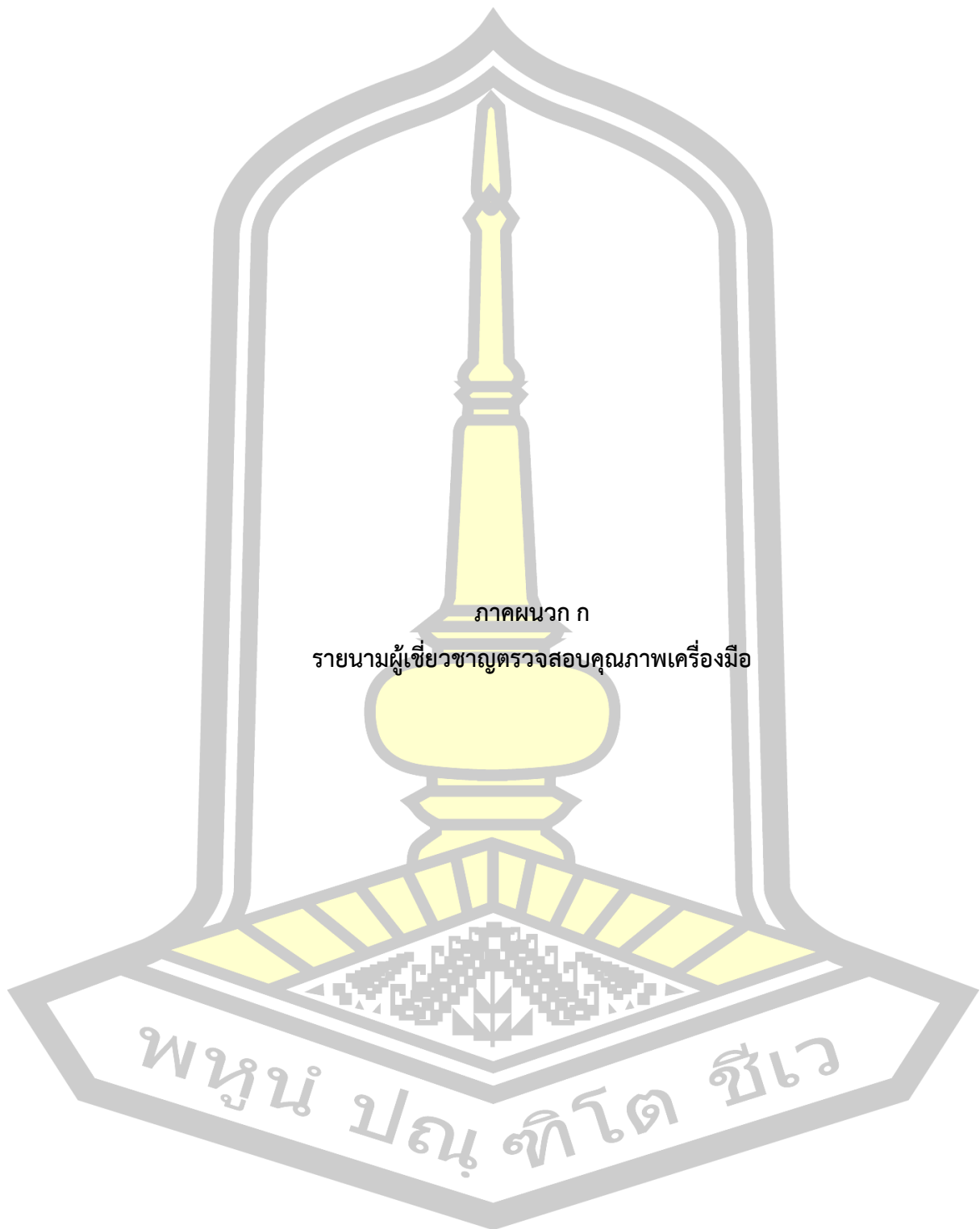
DOI:10.5539/jel.v11n2p43

Portaankorva-Koivisto, P., & Havinga, M. (2019). Integrative phenomena in visual arts and mathematics. *Journal of Mathematics and the Arts*, 13(1-2), 4-24.

Septia, T., & Edriati, S. (2019, February). Integrated mathematics books with ICT for senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157, 042120.







ภาคผนวก ก

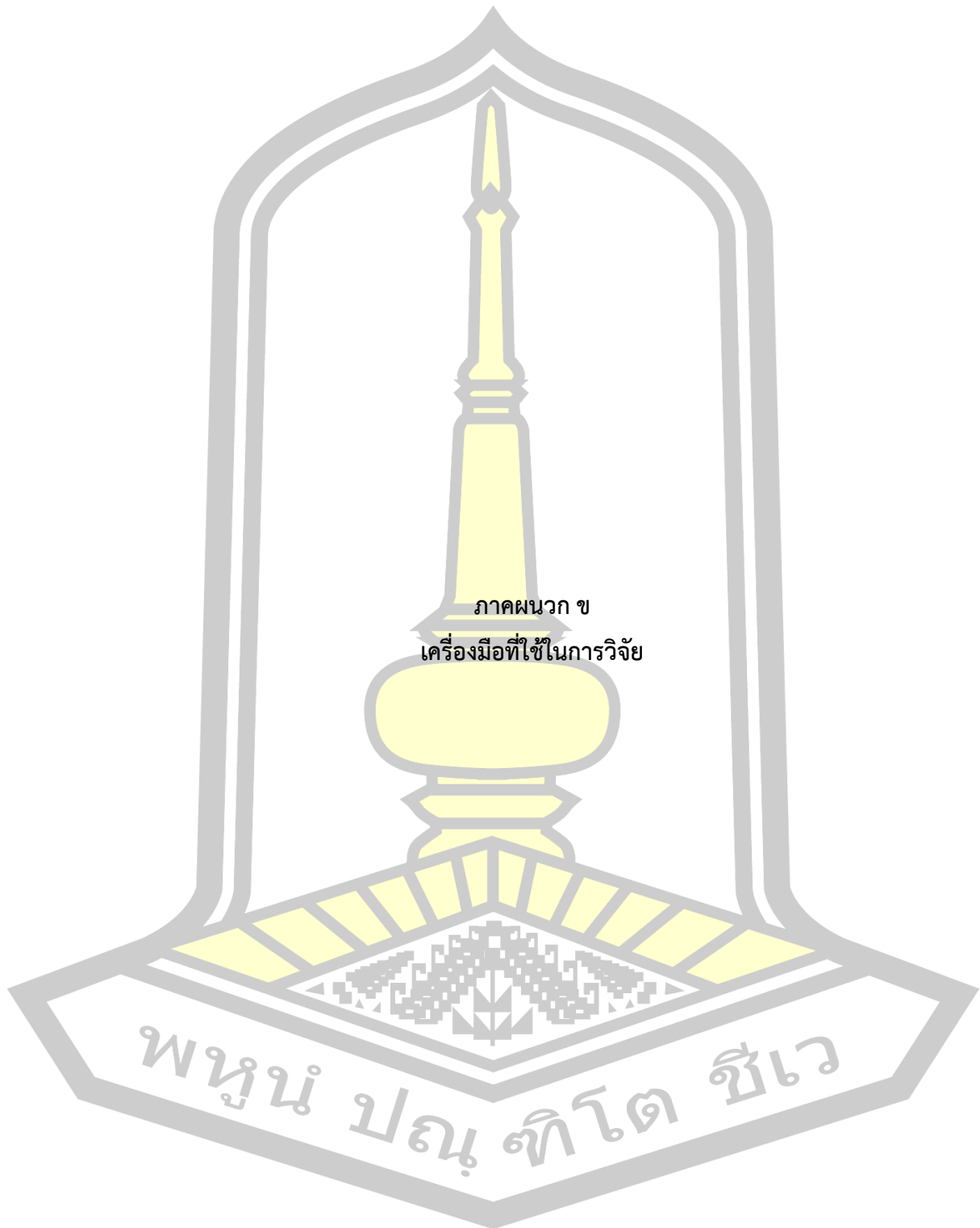
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. อาจารย์ ดร.สาวิตรี ราญมีชัย
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. อาจารย์ ดร.รัตติกาล สารกอง
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
4. นายสร้อยศิลป์ พิทักษ์พุทธ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเวียงน้อยศึกษา
5. นางนฤมล ไสยสาล ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเมืองพลพิทยาคม





แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้
แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK)
เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินครั้งนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องของรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้แบบ บูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของรายละเอียดต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ทำเครื่องหมาย ✓ ข้อละ 1 ระดับคะแนน โดยแต่ละข้อมีเกณฑ์การพิจารณาให้เลือก 5 ระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง มีความสอดคล้องเหมาะสมมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง มีความสอดคล้องเหมาะสมมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความสอดคล้องเหมาะสมปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีความสอดคล้องเหมาะสมน้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสอดคล้องเหมาะสมน้อยที่สุด

และกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลเพื่อแปลผล ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย การแปลผล

4.50 – 5.00 มีความสอดคล้องเหมาะสมมากที่สุด

3.50 – 4.49 มีความสอดคล้องเหมาะสมมาก

2.50 – 3.49 มีความสอดคล้องเหมาะสมปานกลาง

1.50 – 2.49 มีความสอดคล้องเหมาะสมน้อย

1.00 – 1.49 มีความสอดคล้องเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. สารสำคัญ					
1.1 แสดงความคิดรวบยอดเนื้อหาหรือแก่นของเรื่อง
1.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
1.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้
2. จุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและสารสำคัญ

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย
2.3 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้
3. สารการเรียนรู้					
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
3.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3.3 ภาษามีความชัดเจน เข้าใจง่าย
4. การจัดการเรียนรู้					
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปยาก
4.3 ความเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
4.4 ความน่าสนใจของกิจกรรมการเรียนรู้
4.5 ความเหมาะสมของเวลาที่ใช้
4.6 การเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดความรู้และทักษะกระบวนการ
5. สื่อการเรียนการสอน					
5.1 ความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน
5.2 ความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้
5.3 ความสอดคล้องกับเนื้อหาและนำไปใช้ง่าย
5.4 ช่วยทำให้ประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม
5.5 ความแปลกใหม่ น่าสนใจ
6. การวัดและประเมินผล					
6.1 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
6.2 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา
6.3 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้

ลงชื่อ.....

ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดนี้ สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โครงสร้างข้อสอบ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เนื้อหา	แผนการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สร้าง ชั้น	ต้องการ จริง
สมบัติของเลขยกกำลัง	1-2	1. คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มได้	20	14
รากที่ 2 และรากที่ 3 ของจำนวนจริง	3	2. คำนวณหารากที่ 2 หรือรากที่ 3 ของจำนวนที่กำหนดให้ได้	7	5
รากที่ n ของจำนวนจริง	4	3. คำนวณหารากที่ n ของจำนวนที่กำหนดให้ได้	4	2
ค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริง	5	4. คำนวณหาค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริงได้	3	1
สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง	6-7	5. ประยุกต์ใช้สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง หาค่าของจำนวนที่ติดกันที่ได้	4	3
การหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์	8	6. คำนวณหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ได้	2	2
เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ	9-10	7. คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะได้	5	3
รวม			45	30

ผู้เชี่ยวชาญโปรดพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด
โดยการพิจารณาให้น้ำหนัก ดังนี้

- +1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
-1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ขอขอบคุณท่านเสียสละเวลาในการประเมิน

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
1. คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มได้	1	5^2 หมายถึงข้อใดต่อไปนี้ ก. $5 + 2$ ข. 5×2 ค. $5 + 5$ ง. 5×5				
	2	$(-2)^3$ คืออะไร ก. $(-2) \cdot 3$ ข. 2^{-3} ค. $(-2) \times (-2) \times (-2)$ ง. $(-2) + (-2) + (-2)$				
	3	17^0 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 0 ค. 2 ข. 1 ง. -1				
	4	2566^1 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 2565 ข. 2566 ค. 2546 ง. 2576				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	5	$(7a)^2$ มีค่าตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. $49a^2$ ข. $14a$ ค. $9a$ ง. $7a^2$				
	6	$(5y^2)(3y^4)$ มีค่าเท่ากับข้อใด ก. $15y^6$ ข. $15y^3$ ค. $8y^8$ ง. 15				
	7	$(a^5)(a^{-3})$ มีค่าเท่ากับข้อใด ก. a^8 ข. b^3 ค. a^2 ง. 8				
	8	ค่าของ $\frac{13^2}{13^{23}}$ ตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. 13^{18} ข. 13^{-18} ค. 13^{21} ง. 13^{-21}				
	9	1^1 มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -1 ข. 0 ค. 1 ง. 2				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	10	4^{-3} มีค่าเท่ากับข้อใด ก. $\frac{1}{7}$ ข. $\frac{1}{12}$ ค. $\frac{1}{4}$ ง. $\frac{1}{2^6}$				
	11	0^{2566} มีค่าเท่ากับข้อใด ก. -1 ข. 0 ค. 1 ง. 2				
	12	ข้อใดคือการเขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายของ 16^{3n} ก. 4^{5n} ข. 4^{10n} ค. 2^{12n} ง. 2^{48n}				
	13	$\frac{(30a^4b^7)}{(5b^{10}a)}$ มีค่าตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. $\frac{6a^3}{b^3}$ ข. $15a^5b^{17}$ ค. $6a^3b^3$ ง. $\frac{6a^5}{b^{-3}}$				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	14	$(-2x^2)(3y^4)(5x^{-10})$ เขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายตรงกับข้อใด ก. $6x^{-12}y^4$ ข. $12x^8y^4$ ค. $-30x^{-12}y^4$ ง. $-30x^{-8}y^4$				
	15	$\frac{(-x^3)^3}{(-x^4)^4}$ มีค่าตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. $-\frac{1}{x^4}$ ข. $\frac{1}{(-x)^7}$ ค. x^3 ง. x^7				
	16	$\left(\frac{a^{-2}b^3}{a^3b^{-1}}\right)^{-2}$ มีค่าเท่ากับข้อใด ก. $\frac{a^4}{b^{10}}$ ข. $\frac{b^7}{a^5}$ ค. $\frac{a^8}{b^2}$ ง. $\frac{a^{10}}{b^8}$				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	17	$\left(\frac{-3}{y^4}\right)^2 (2y^{-6})^2$ มีค่าตรงกับข้อใด ต่อไปนี้ ก. $\frac{-6}{y^4}$ ข. $-6y^{20}$ ค. $\frac{36}{y^4}$ ง. $\frac{36}{y^{20}}$				
	18	กำหนดให้ $2^x = 2^{12} \cdot 2^8$ ค่าของ x ตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. 10 ข. 20 ค. 30 ง. 40				
	19	กำหนดให้ $49^x = \frac{1}{343}$ ค่าของ x ตรง กับข้อใดต่อไปนี้ ก. 1 ข. -1 ค. $\frac{2}{3}$ ง. $-\frac{3}{2}$				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	20	ข้อใดคือค่า x จากสมการ $(-2)^x = -128$ ก. 3 ข. 5 ค. 7 ง. 9				
2. คำนวณหารากที่ 2 หรือรากที่ 3 ของจำนวนที่กำหนดให้ได้	21	ข้อใดเป็นรากที่ 2 ของ 9 ก. 3 ข. -3 ค. 3 และ -3 ง. ไม่มีคำตอบ				
	22	ข้อใดเป็นรากที่ 2 ของ 289 ก. -7 และ 7 ข. 7 ค. -7 ง. ไม่มีคำตอบ				
	23	ข้อใดเป็นรากที่ 2 ของ 4 ก. 2 และ -3 ข. 3 ค. -3 ง. ไม่มีคำตอบ				
	24	ข้อใดเป็นรากที่ 3 ของ 64 ก. -4 ข. 4 ค. ไม่มีคำตอบ ง. 4 และ -4				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	25	<p>ข้อใดเป็นรากที่ 3 ของ -216</p> <p>ก. 6</p> <p>ข. -6</p> <p>ค. ไม่มีคำตอบ</p> <p>ง. 6 และ -6</p>				
	26	<p>ข้อใดเป็นรากที่ 2 ของ 27</p> <p>ก. $-3\sqrt{3}$</p> <p>ข. $2\sqrt{3}$ และ $-2\sqrt{3}$</p> <p>ค. $3\sqrt{3}$ และ $-3\sqrt{3}$</p> <p>ง. ไม่มีคำตอบ</p>				
	27	<p>รากที่ 3 ของ 17 คือข้อใด</p> <p>ก. $\sqrt[3]{18}$</p> <p>ข. $\sqrt[3]{17}$</p> <p>ค. $\sqrt[3]{16}$</p> <p>ง. $\sqrt[3]{15}$</p>				
3. คำนวณหารากที่ n ของจำนวนที่กำหนดให้ได้	28	<p>ข้อใดเป็นรากที่ 7 ของ 78,125</p> <p>ก. 5</p> <p>ข. 6</p> <p>ค. 7</p> <p>ง. 84</p>				
	29	<p>ข้อใดเป็นรากที่ 4 ของ 10,000</p> <p>ก. 5</p> <p>ข. 10</p> <p>ค. 15</p> <p>ง. 20</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	30	ข้อใดเป็นรากที่ 4 ของ -81 ก. 3 ข. -3 ค. 3 และ -3 ง. ไม่มีคำตอบ				
	31	ข้อใดเป็นรากที่ 7 ของ -2566 ก. $\sqrt[7]{2566}$ และ $-\sqrt[7]{2566}$ ข. $\sqrt[7]{2566}$ ค. $-\sqrt[7]{2566}$ ง. ไม่มีคำตอบ				
4. คำนวณหาค่าหลักของรากที่ n ของจำนวนจริงได้	32	ค่าของ $\sqrt[3]{7^3}$ ตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. 3 ข. 6 ค. 7 ง. 21				
	33	ค่าของ $(\sqrt{13})^2$ ตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. 13 ข. 15 ค. 26 ง. 169				
	34	ค่าของ $(\sqrt[5]{81})^5$ ตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. 3 ข. 9 ค. 9 และ -9 ง. 81				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
5. ประยุกต์ใช้สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง หาค่าของจำนวนที่ติดกันที่ได้	35	$\sqrt[3]{15} \cdot \sqrt{18} \cdot \sqrt[3]{30}$ เท่ากับข้อใด ก. 60 ข. 90 ค. 120 ง. ไม่มีคำตอบ				
	36	ข้อใดคือรูปอย่างง่ายของ $(2\sqrt{3} + \sqrt{7})(\sqrt{3} - 3\sqrt{7})$ ก. $2\sqrt{3} + \sqrt{7}$ ข. $-15 - 5\sqrt{21}$ ค. $2\sqrt{6} - 2\sqrt{14}$ ง. $\sqrt{3} - \sqrt{7}$				
	37	ค่าของ $\sqrt[3]{40x} - \sqrt[3]{5x}$ ตรงกับข้อใด ก. $\sqrt[3]{35}$ ข. $\sqrt[3]{35x}$ ค. $\sqrt[3]{35}$ ง. $\sqrt[3]{5x}$				
	38	ค่าของ $\frac{15}{\sqrt[3]{9}}$ ตรงกับข้อใด ก. 5 ข. $\sqrt[3]{\frac{5}{3}}$ ค. $5\sqrt[3]{3}$ ง. $\frac{5}{3}$				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
6. คำนวณหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ได้	39	$\sqrt{15} \cdot \sqrt{18} \cdot \sqrt{30}$ มีค่าตรงกับข้อใด ก. 60 ข. 70 ค. 80 ง. 90				
	40	ค่าของ $\sqrt{45} + \sqrt{20} - \sqrt{5}$ ตรงกับข้อใด ก. $4\sqrt{5}$ ข. $\sqrt{60}$ ค. 60 ง. 5				
7. คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะได้	41	$\frac{1}{25^2}$ มีค่าเท่ากับข้อใด ก. $\frac{1}{25}$ ข. $\frac{1}{5}$ ค. 25 ง. 5				
	42	$\frac{1}{4^2}$ มีค่าเท่ากับข้อใด ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อ	ข้อสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	43	$64^{\frac{2}{3}}$ มีค่าตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. 8 ข. 16 ค. 64 ง. 128				
	44	ค่าของ $\left(9^{\frac{1}{2}} \cdot 8^{\frac{1}{3}}\right)^3$ ตรงกับข้อใด ก. 2 ข. 1 ค. 6 ง. 216				
	45	ค่าของ $\left(27^{\frac{1}{3}} \cdot 243^{\frac{3}{5}}\right)^3$ ตรงกับข้อใด ก. 3^{12} ข. 3^4 ค. 3^7 ง. 3^3				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม



ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้
แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง โปรดพิจารณารายการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้ ว่ามีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย (/) ลงในข้อ +1, 0 หรือ -1 ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

+1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมิน/ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่ารายการประเมิน/ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

-1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมิน/ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกทางบวก ความรู้สึกชอบต่อการจัดการเรียนรู้อการจัดบรรยากาศในการเรียน และประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	1. ครูชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน				
	2. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน				
	3. นักเรียนได้ฝึกการใช้เทคโนโลยีในชั้นเรียน				
	4. กิจกรรมการเรียนการสอนสนุกสนาน				
	5. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ				
	6. กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา				
	7. กิจกรรมที่ครูให้ปฏิบัติทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียน				
	8. บรรยากาศในการเรียนผ่อนคลาย ไม่เคร่งเครียด				
	9. นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันในระหว่างเรียน				

นิยามศัพท์เฉพาะ	รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	10. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความกล้าแสดงออก				
	11. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดคำนวณด้วยตนเอง				
	12. นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาเรื่องเลขยกกำลังได้ดี				
	13. การใช้เทคโนโลยีทำให้นักเรียนได้ทราบคะแนนที่รวดเร็ว				
	14. การใช้เทคโนโลยีทำให้นักเรียน รู้ความสามารถของตนเอง				
	15. นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงาน				

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา คณิตศาสตร์ (ค31102)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เลขยกกำลัง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 ชั่วโมง

เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง

จำนวน 1 ชั่วโมง ครูผู้สอน น.ส.วิภาวี ม่วงท่า

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค1.1 ม.5/1 เข้าใจความหมายและใช้สมบัติเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากันและการไม่เท่ากันของจำนวนจริงในรูปกรณฑ์และจำนวนจริงในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

2. สาระการเรียนรู้

สมบัติของเลขยกกำลัง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มบวก และ a เป็นจำนวนจริง จะได้ว่า

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_n, a^0 = 1 \text{ เมื่อ } a \neq 0 \text{ และ } a^{-n} = \frac{1}{a^n} \text{ เมื่อ } a \neq 0 \text{ โดยมีสมบัติ}$$

ของเลขยกกำลัง ดังนี้

$$1. a^m \times a^n = a^{m+n} \quad 2. (a^m)^n = a^{mn} \quad 3. (ab)^n = a^n b^n$$

$$4. \left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n} \quad 5. \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

- คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มได้ (K)
- แสดงวิธีการหาค่าของเลขยกกำลังที่กำหนดให้ได้ (P)
- มีความตรงต่อเวลา (A)

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้ (TPACK)

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม

1. กล่าวทักทายนักเรียน และนำเสนอ infographic จากนั้นถามนักเรียนว่า “ถ้าร้านค้าแห่งหนึ่งจัดโปรโมชั่นเทศกาลวันขึ้นปีใหม่คือกล่องส้มที่มีของไม่ซ้ำกันเลย โดยในกล่องนั้นมีของ 7 อย่าง และแต่ละอย่างมีสลากลุ้นทอง 7 สิทธิ ถ้าครูซื้อกล่องส้มจำนวน 7 กล่อง นักเรียนสามารถบอกได้หรือว่าครูจะได้รับ

สลากลิ้นทองคำสีทึบ เขียนแสดงเป็นตัวเลขได้อย่างไร” ให้นักเรียนใช้เลขยกกำลังในการหาคำตอบ

(แนวตอบ : $7 \times 7 \times 7$ หรือ 7^3 สีทึบ)

2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน

1. ครูสอนโดยใช้ iPad ร่วมกัน www.Mentimeter.com อธิบายความรู้ เรื่อง เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม โดยกล่าวว่า จากบทนิยาม เรียก a^n ว่า เลขยกกำลัง เรียก a ว่า ฐาน และเรียก n ว่า เลขชี้กำลัง เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มบวก และ a เป็นจำนวนจริง จะได้ว่า $a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_n$,

$a^0 = 1$ เมื่อ $a \neq 0$ และ $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$ เมื่อ $a \neq 0$

2. ถามคำถามนักเรียน ดังนี้

2^3 มีฐานและเลขชี้กำลังเป็นเท่าใด (แนวตอบ : มี 2 เป็นฐาน และมี 3 เป็นเลขชี้กำลัง)

5^0 มีค่าเท่ากับเท่าใด (แนวตอบ : 1)

13^5 หมายความว่าอย่างไร (แนวตอบ : $13 \times 13 \times 13 \times 13 \times 13$ หรือ 13 คูณกัน 5 ตัว)

$\frac{1}{7}$ เขียนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้อย่างไร (แนวตอบ : 7^{-1})

3. ยกตัวอย่างการหาผลลัพธ์ของเลขยกกำลัง ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 จงหาผลลัพธ์ของ 2^3

วิธีทำ $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาผลลัพธ์ของ $3^2 \times 3^3$

วิธีทำ $3^2 \times 3^3 = (3 \times 3) \times (3 \times 3 \times 3) = 9 \times 27 = 243$

ตัวอย่างที่ 3 จงหาผลลัพธ์ของ $\frac{5^4}{5^2}$

วิธีทำ $\frac{5^4}{5^2} = \frac{625}{25} = 25$

ตัวอย่างที่ 4 จงหาผลลัพธ์ของ 3^{-4}

วิธีทำ $3^{-4} = \frac{1}{3^4} = \frac{1}{3 \times 3 \times 3 \times 3} = \frac{1}{27}$

ตัวอย่างที่ 5 จงหาผลลัพธ์ของ $(5 \times 3)^2$

วิธีทำ $(5 \times 3)^2 = 15^2 = 15 \times 15 = 225$

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบ

1. นักเรียนช่วยกันตอบคำถามการเขียนจำนวนที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้อยู่ในรูปของเลขยกกำลัง โดยใช้ www.Mentimeter.com ดังต่อไปนี้

- 25 (แนวตอบ : 5^2)
- $\frac{1}{27}$ (แนวตอบ : 3^{-3})
- -64 (แนวตอบ : 4^{-3})
- 8 (แนวตอบ : 2^3)
- 81 (แนวตอบ : 3^4)

2. ครูและนักเรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้แล้วร่วมกันอภิปรายว่าตัวอย่างของเลขยกกำลังนั้นสอดคล้องกับสมบัติอย่างไร

3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามในประเด็นที่นักเรียนไม่เข้าใจ

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป

1. นักเรียนแต่ละคนสรุปความคิดรวบยอด เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง ด้วยตนเอง ว่าตัวอย่างที่ได้ศึกษาไปทั้งหมดมีลักษณะอย่างไร ตัวอย่างใดบ้างที่มีคำตอบเหมือนกันและตัวอย่างนั้นมีความสอดคล้องกันอย่างไร สัมพันธ์กับสมบัติของเลขยกกำลังที่เคยเรียนมาหรือไม่อย่างไร และสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสมบัติของเลขยกกำลังลงในสมุดบันทึก

2. โดยครูจะเป็นผู้ตรวจสอบ และให้คำแนะนำแก่นักเรียนในบางครั้ง เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดด้วยตนเอง

ขั้นที่ 5 ขั้นนำไปใช้

1. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน ให้เกิดความถูกต้องในความเข้าใจของผู้เรียน

2. สุ่มนักเรียนออกมาเฉลยใบงาน โดยครูและนักเรียนตรวจสอบความถูกต้องร่วมกัน

6. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผล	วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)			
นักเรียนสามารถเขียนจำนวนที่กำหนดให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้	ตรวจจากการทำใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง	ใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P)			
นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาค่าของเลขยกกำลังที่กำหนดให้ได้	ตรวจจากการทำใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง	ใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A)			
นักเรียนมีความตรงต่อเวลา	ตรวจจากการส่งใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง	แบบประเมินการส่งงาน	ระดับคุณภาพพอใช้ผ่านเกณฑ์

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- infographic
- www.Mentimeter.com
- ใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง

8. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (สสวท.)
หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (อจท.)

ใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติของเลขยกกำลัง

1. ให้นักเรียนเขียนจำนวนที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้อยู่ในรูปของเลขยกกำลัง

1.1) $-125 = \dots\dots\dots$

1.2) $81 = \dots\dots\dots$

1.3) $-8 = \dots\dots\dots$

1.4) $64 = \dots\dots\dots$

1.5) $\frac{1}{27} = \dots\dots\dots$

2. ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาค่าของเลขยกกำลังที่กำหนดให้ต่อไปนี้

2.1) 2^5 วิธีทำ	2.6) 27^0 วิธีทำ
2.2) $(-3)^3$ วิธีทำ	2.7) $5^6 \cdot 5^{-3}$ วิธีทำ
2.3) $\left(\frac{2}{5}\right)^4$ วิธีทำ	2.8) $\frac{3^{-4} \cdot 128}{81 \cdot 2^4}$ วิธีทำ
2.4) $(-11)^{-2}$ วิธีทำ	2.9) $\left(\frac{5^{11} \cdot 3^{-8}}{2^4 \cdot 5^2 \cdot 3^{-4}}\right)^6$ วิธีทำ
2.5) $\left(\frac{1}{7}\right)^{-2}$ วิธีทำ	2.10) $\left(\frac{11^{-4} \cdot 9^2}{3^5}\right)^{-2} \cdot \left(\frac{3^5}{11^{-2} \cdot 3^3}\right)^5$ วิธีทำ

--	--

เกณฑ์การให้คะแนนด้านความรู้ความเข้าใจ (K) : นักเรียนสามารถเขียนจำนวนที่กำหนดให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้

ข้อ	เกณฑ์การให้คะแนน		
1.1 - 1.5	เขียนให้อยู่ในรูปของเลขยกกำลัง	1	เขียนจำนวนที่กำหนดให้อยู่ในรูปของเลขยกกำลังได้ถูกต้อง
		0	ไม่สามารถเขียนจำนวนที่กำหนดให้อยู่ในรูปของเลขยกกำลังได้

คะแนนรวม 5 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน นักเรียนได้ 4 คะแนน ขึ้นไปผ่านเกณฑ์หรือนักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์การประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาค่าของเลขยกกำลังที่กำหนดให้ได้

ข้อที่	เกณฑ์การให้คะแนน		
2.1 - 2.10	การแสดงวิธีการหาค่าตอบ	2	สามารถแสดงวิธีการหาค่าของเลขยกกำลังที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน
		1	สามารถแสดงวิธีการหาค่าของเลขยกกำลังที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องบางส่วน
		0	ไม่สามารถแสดงวิธีการหาค่าของเลขยกกำลังที่กำหนดให้ได้
	การหาค่าตอบ	1	สามารถหาค่าตอบได้ถูกต้อง
		0	ไม่สามารถหาค่าตอบได้

คะแนนรวม 30 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน นักเรียนได้ 21 คะแนน ขึ้นไปผ่านเกณฑ์หรือนักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์การประเมิน

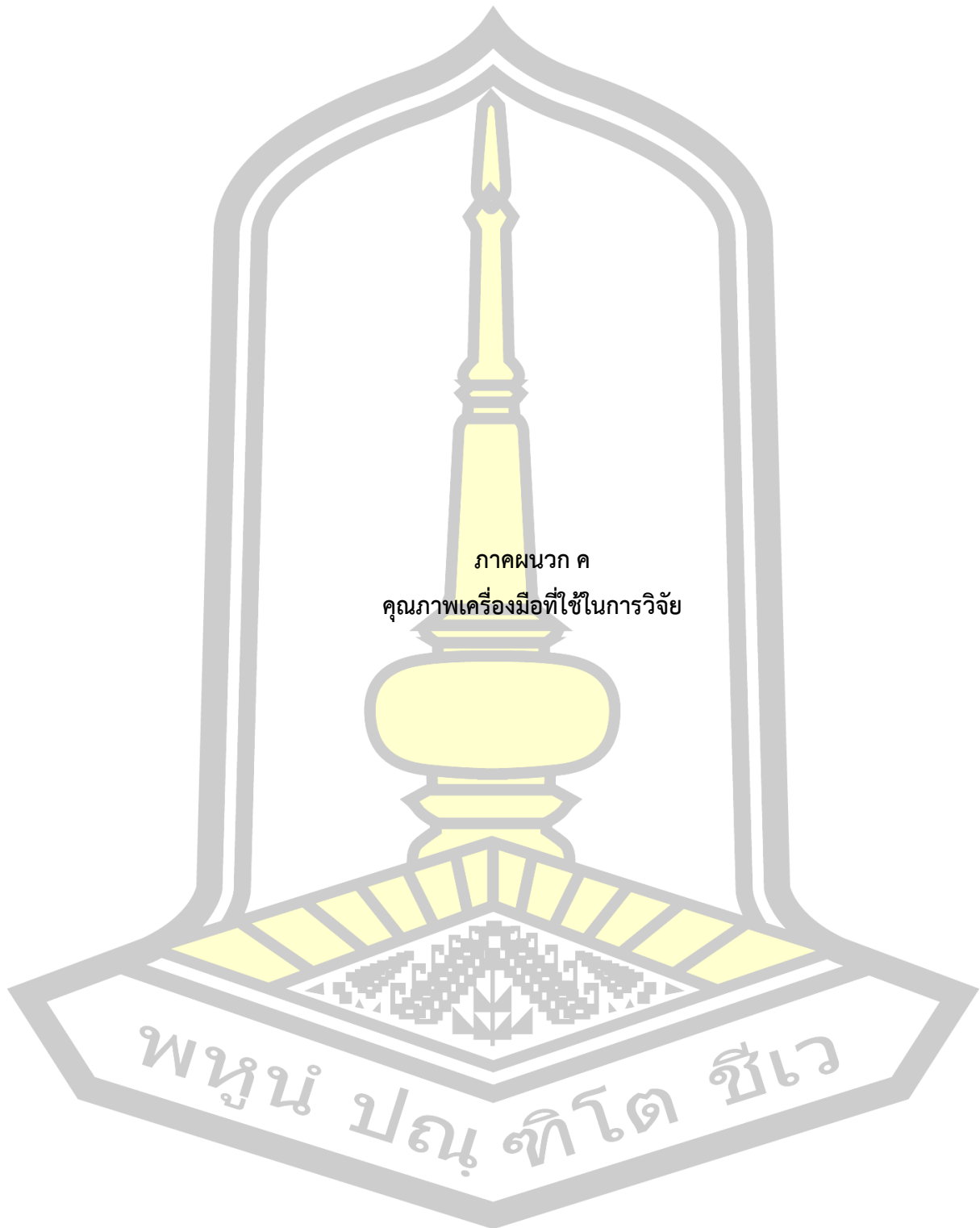
เกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียนมีความตรงต่อเวลา

เกณฑ์การให้คะแนน		
การส่งงาน	2	นักเรียนส่งงานที่ได้รับมอบหมายตรงตามเวลา
	1	นักเรียนส่งงานที่ได้รับมอบหมายไม่ตรงตามเวลา
	0	นักเรียนไม่ส่งงาน

คะแนนรวม 2 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน นักเรียนได้ 1 คะแนน ขึ้นไปผ่านเกณฑ์การประเมิน





ภาคผนวก ค
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุ ประจักษ์ ชัยเว

6	การวัดและประเมินผล																
	6.1 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.4	4.6	4.4	4.2	4	4	4.2	4	4.2	4	4.6	4.4	4.4	4.4	4.28	
	6.2 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	4.2	4.2	3.8	4	4.4	4.6	3.6	4.4	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.16		
	6.3 วิธีและเครื่องมือวัดสอดคล้องกับขั้นตอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้	3.8	3.8	3.8	4	4.6	4	3.8	4	4.2	4.8	4.2	4.8	4.8	4.08		
	\bar{X}	4.52	4.49	4.46	4.37	4.43	4.44	4.36	4.50	4.62	4.52	4.62	4.52	4.52	4.47		

จากตารางสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.47$)

คุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 12 ผลการประเมินคุณภาพแบบทดสอบ

เนื้อหา	จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC = $\frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา (นำไปใช้ได้/ ตัดทิ้ง)
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
สมบัติของ เลขยกกำลัง	เขียนจำนวนที่ กำหนดให้อยู่ในรูปเลข ยกกำลังได้	1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		2	0	+1	+1	+1	+1	0.80	นำไปใช้ได้
		3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้

ตาราง 12 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์	ข้อสอบ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC = $\frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา (นำไปใช้ได้/ ตัดทิ้ง)
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
รากที่ 2 และ รากที่ 3 ของ จำนวนจริง	คำนวณหารากที่ 2 หรือรากที่ 3 ของ จำนวนที่กำหนดให้ได้	21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		22	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	นำไปใช้ได้
		23	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	นำไปใช้ได้
		24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
รากที่ n ของ จำนวนจริง	คำนวณหารากที่ n ของจำนวนที่ กำหนดให้ได้	28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
ค่าหลักของ รากที่ n ของ จำนวนจริง	คำนวณหาค่าหลักของ รากที่ n ของจำนวน จริงได้	32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
สมบัติของ รากที่ n ของ จำนวนจริง	ประยุกต์ใช้สมบัติของ รากที่ n ของจำนวน จริง หาค่าของจำนวน ที่ติดกรรมที่ได้	35	-1	+1	+1	+1	+1	0.60	นำไปใช้ได้
		36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
การหาผลบวก ผลต่าง และ ผลคูณของ จำนวนที่อยู่ใน รูปกรณฑ์	คำนวณหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของ จำนวนที่อยู่ในรูป กรณฑ์ได้	39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
เลขยกกำลังที่ มีเลขชี้กำลัง เป็นจำนวน ตรรกยะ	คำนวณหาค่าของ จำนวนที่เขียนในรูป เลขยกกำลังได้	41	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		42	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		43	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		44	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
		45	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงเกณฑ์

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยแบบอิงเกณฑ์

เนื้อหา	จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การตัด ไว้ใช้
1. สมบัติของเลข ยกกำลัง	คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลข ยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มได้	1	(4)	0.55	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
		2	(3)	0.29	ปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		3	(2)	0.38	ปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
		4	(2)	0.01	ต่ำ	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		5	(1)	0.73	สูง	ผ่าน	นำไปใช้
		6	(1)	0.35	ปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
		7	(3)	0.35	ปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		8	(4)	0.72	สูง	ผ่าน	นำไปใช้
		9	(3)	0.2	ปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		10	(4)	0.62	สูง	ผ่าน	นำไปใช้
		11	(2)	0.39	ปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		12	(3)	0.48	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
		13	(1)	0.61	สูง	ผ่าน	นำไปใช้

เนื้อหา	จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การคิด ไว้ใช้
		14	(4)	0.38	ปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
		15	(4)	0.66	สูง	ผ่าน	นำไปใช้
		16	(2)	0.53	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
		17	(4)	0.36	ปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
		18	(2)	0.3	ปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		19	(4)	0.47	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
		20	(3)	0.67	สูง	ผ่าน	นำไปใช้
2. รากที่ 2 และ	จำนวนหารากที่ 2 หรือรากที่ 3 ของ จำนวนที่กำหนดให้ได้	21	(4)	0.37	ปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
รากที่ 3 ของ		22	(4)	0.51	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
จำนวนจริง		23	(4)	0.34	ปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		24	(1)	0.49	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้

เนื้อหา	จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การตัด ไว้ใช้
2. ราคาที่ 2 และ ราคาที่ 3 ของ จำนวนจริง	คำนวณหารากที่ 2 หรือรากที่ 3 ของ จำนวนที่กำหนดให้ได้	25	(1)	0.34	ปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
3. ราคาที่ n ของ จำนวนจริง	คำนวณหารากที่ n ของจำนวนที่กำหนดให้ ได้	26	(2)	0.58	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		27	(2)	0.53	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
		28	(2)	0.62	สูง	ผ่าน	นำไปใช้
		29	(4)	0.27	ปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
		30	(2)	0.08	ต่ำ	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		31	(3)	0.82	สูง	ผ่าน	นำไปใช้
4. ค่าหลักของราก ที่ n ของจำนวน จริง	คำนวณหาค่าหลักของรากที่ n ของจำนวน จริงได้	32	(4)	0.48	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
		33	(4)	0.27	ปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		34	(2)	0.39	ปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
5. สมบัติของรากที่ n ของจำนวนจริง	ประยุกต์ใช้สมบัติของรากที่ n ของจำนวน จริง หาค่าของจำนวนที่ติดกรรมที่ได้	35	(3)	0.25	ปานกลาง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		36	(1)	0.54	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		37	(2)	0.33	ปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
		38	(4)	0.48	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
6. การหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณ ของจำนวนที่อยู่ใน	คำนวณหาผลบวก ผลต่าง และผลคูณของ จำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ได้	39	(3)	0.62	สูง	ผ่าน	นำไปใช้
		40	(3)	0.54	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้

เนื้อหา	จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	การตัด ไว้ใช้
รูปกรณ์ต์							
7. เลขยกกำลังที่มี เลขชี้กำลังเป็น จำนวนตรรกยะ	คำนวณหาค่าของจำนวนที่เขียนในรูปเลข ยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ ได้	41	(1)	0.38	ปานกลาง	ผ่าน	นำไปใช้
		42	(2)	0.17	ค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		43	(4)	0.46	ค่อนข้างสูง	ผ่าน	นำไปใช้
		44	(4)	0.12	ค่อนข้างต่ำ	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		45	(3)	0.67	สูง	ผ่าน	นำไปใช้

สรุปผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 45 ข้อ มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 41 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ ข้อ 4, 30, 42, 44 คัดเลือกนำไปใช้จำนวน 30 ข้อ

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นด้วยวิธี Lovett

ข้อ	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
1	0.55	ค่อนข้างสูง	ผ่าน
2	0.38	ปานกลาง	ผ่าน
3	0.73	สูง	ผ่าน
4	0.35	ปานกลาง	ผ่าน
5	0.72	สูง	ผ่าน
6	0.62	สูง	ผ่าน
7	0.48	ค่อนข้างสูง	ผ่าน
8	0.61	สูง	ผ่าน
9	0.38	ปานกลาง	ผ่าน
10	0.66	สูง	ผ่าน
11	0.53	ค่อนข้างสูง	ผ่าน
12	0.36	ปานกลาง	ผ่าน
13	0.47	ค่อนข้างสูง	ผ่าน
14	0.67	สูง	ผ่าน
15	0.37	ปานกลาง	ผ่าน
16	0.51	ค่อนข้างสูง	ผ่าน
17	0.49	ค่อนข้างสูง	ผ่าน
18	0.53	ค่อนข้างสูง	ผ่าน
19	0.62	สูง	ผ่าน
20	0.27	ปานกลาง	ผ่าน
21	0.82	สูง	ผ่าน
22	0.48	ค่อนข้างสูง	ผ่าน
23	0.39	ปานกลาง	ผ่าน
24	0.33	ปานกลาง	ผ่าน
25	0.48	ค่อนข้างสูง	ผ่าน
26	0.62	สูง	ผ่าน

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	อำนาจจำแนก (B)	การแปลความหมาย	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ
27	0.54	ค่อนข้างสูง	ผ่าน
28	0.38	ปานกลาง	ผ่าน
29	0.46	ค่อนข้างสูง	ผ่าน
30	0.67	สูง	ผ่าน

สรุปผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นจากการคัดเลือกข้อสอบมาจำนวน 30 ข้อ ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธี Lovett มีค่าเท่ากับ 0.96

ตาราง 15 ผลการประเมินคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

รายการ	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					IOC = $\frac{\sum R}{N}$	ผลการพิจารณา (นำไปใช้ได้/ ตัดทิ้ง)
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
6	+1	0	+1	+1	+1	0.80	นำไปใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
8	+1	-1	+1	+1	+1	0.60	นำไปใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
13	+1	-1	+1	+1	+1	0.60	นำไปใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	นำไปใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (วิธี Item Total Correlation)

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (วิธี Item Total Correlation)	ผลการพิจารณา	การตัดไว้ใช้
1	0.797*	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
2	0.844*	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
3	0.71*	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
4	0.792*	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
5	0.818*	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
6	0.657*	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
7	0.749*	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
8	0.862*	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
9	0.795*	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
10	0.643*	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
11	0.747*	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
12	0.76*	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
13	0.755*	ผ่านเกณฑ์	ตัดทิ้ง
14	0.788*	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้
15	0.829*	ผ่านเกณฑ์	นำไปใช้

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางพบว่า แบบสอบถาม จำนวน 15 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (วิธี Item Total Correlation) ตั้งแต่ 0.643 ถึง 0.862 มีคุณภาพผ่านเกณฑ์จำนวน 15 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.643 ถึง 0.862 คัดเลือกนำไปใช้จำนวน 10 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's alpha coefficient)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ "ค่าอำนาจจำแนก" (Discrimination) ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) และคุณภาพทั้งฉบับ "ค่าความเชื่อมั่น" (Reliability) ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient: α) สรุปผลการวิเคราะห์ดังตาราง

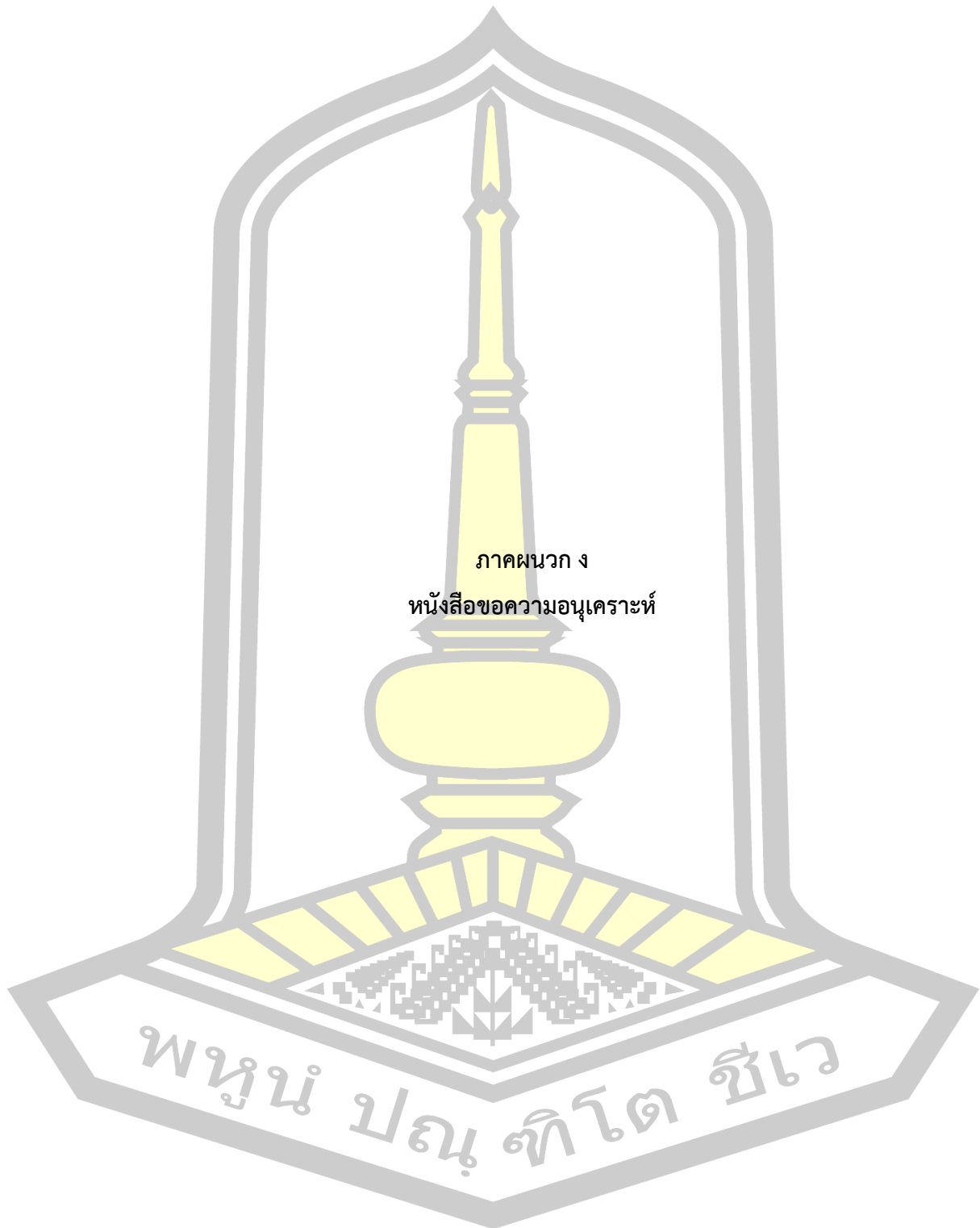
ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (วิธี Item Total Correlation)	ค่าความเชื่อมั่น
1	0.844*	0.94
2	0.71*	
3	0.792*	
4	0.818*	
5	0.749*	
6	0.795*	
7	0.643*	
8	0.747*	
9	0.788*	
10	0.829*	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางพบว่า แบบสอบถาม จำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (วิธี Item Total Correlation) ตั้งแต่ 0.643 ถึง 0.844 แบบสอบถามมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.94

พหุ ประถมศึกษา





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว408 วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์

ด้วย นางสาววิภาวี ม่วงท่า นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะ
ศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ
บูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.อพันธ์ พิสุทธิ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้
ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นขอ
ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอน
ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

พูน ปรณ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว408 วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สาวิตรี ราญมิชัย

ด้วย นางสาววิภาวี ม่วงท่า นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะ
ศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ
บูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.อพันธ์ พิสุทธิ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้
ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นขอ
ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอน
ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่ง
ว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

พูน ปรน ธีระ ชีวะ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว 0605.5(2)/ว408

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.รัตติกาล สารกอง

ด้วย นางสาววิภาวี ม่วงท่า นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อ. พันธุ์ พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ กุสืออ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0862278681



ที่ อว 0605.5(2)/ว408

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นายสร้อยศิลป์ พิทักษ์พุทธ

ด้วย นางสาววิภาวี ม่วงท่า นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อ. พันตรี พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0862278681



ที่ อว 0605.5(2)/ว408

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

8 กุมภาพันธ์ 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางนฤมล ไสยศาล

ด้วย นางสาววิภาวี ม่วงท่า นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ (TPACK) เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อ. พันตรี พูลพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174

เบอร์โทรนิสิต 0862278681

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาววิภาวี ม่วงท่า
วันเกิด	วันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2539
สถานที่เกิด	อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 94 หมู่ 8 ตำบลประชาพัฒนา อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44120
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเวงน้อยศึกษา ตำบลเวงน้อย อำเภอเวงน้อย จังหวัดขอนแก่น รหัสไปรษณีย์ 40230
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2552-2555 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2555-2557 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวาปีปทุม อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2558-2563 ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2564-2566 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ่ ปณุ่ ทีโตะ ชีเว