

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

A study of mathematical learning achievement on exponents using Induction
Method learning of Matthayom 1 students

ฐิติรัตน์ ชังคะ^{1*} และ อุไร ชिरุมย์²

¹สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเทศไทย

²คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเทศไทย

*ผู้รับผิดชอบบทความ

Thitirat Kangka^{1*} and Urai Sirum²

¹Mathematics Education, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Thailand

²Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Thailand

*Corresponding author: 6624620014@rumail.ru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย (1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน สินปุ่นคุณวิทย์ ตำบลสินปุน อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 25 คน จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 7 แผน แผนละ 50 นาที (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเลขยกกำลัง เป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ (3) แบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีสอนแบบอุปนัยของครูผู้สอน มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) จำนวน 12 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test dependent samples test)

ผลการวิจัยพบว่า (1) ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 66.25/43.20 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้คะแนน

เฉลี่ย 12.96 คะแนน และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.26 ต่ำกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน ที่มีคะแนนเฉลี่ย 13.92 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.88 และ (3) ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปเฉลี่ยรวมทั้ง 4 ด้าน มีค่าเฉลี่ย 4.26 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์; วิธีการสอนแบบอุปนัย; เลขยกกำลัง

Abstract

This study aimed to: (1) examine the efficiency of lesson plans on exponents using the inductive teaching method for Grade 7 students based on the 80/80 efficiency criterion; (2) compare students' mathematics learning achievement before and after instruction on exponents using the inductive teaching method; and (3) investigate students' satisfaction with the learning management on exponents using the inductive teaching method. The sample consisted of 25 Grade 7 students from Sinpunkunnawit School, Sinpun Subdistrict, Khao Phanom District, Krabi Province, during the first semester of the 2025 academic year, selected through simple random sampling. The research instruments included: (1) seven lesson plans on exponents using the inductive teaching method, each lasting 50 minutes; (2) a 30-item multiple-choice achievement test with four options per item; and (3) a 12-item student satisfaction questionnaire using a five-point rating scale. Data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, and hypothesis testing was conducted using the dependent samples t-test. The results of the study revealed that: (1) the efficiency of the lesson plans (E_1/E_2) was 66.25/43.20, which did not meet the 80/80 criterion; (2) the students' post-instruction achievement had a mean score of 12.96 with a standard deviation of 5.26, which was lower than the pre-instruction mean score of 13.92 with a standard deviation of 3.88; and (3) the overall student satisfaction was at a high level, with a mean score of 4.26.

Keywords: Mathematics Learning Achievement; Induction Method; exponents

1. บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการใช้ชีวิตประจำวัน ทั้งด้านของสังคมและการประกอบอาชีพ คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับทุกด้านของชีวิต เช่น การวางแผนการเงิน, การวิเคราะห์ข้อมูล, การออกแบบ, และการคำนวณต่าง ๆ เป็นรากฐานของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้และพัฒนาทฤษฎีในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาคณิตศาสตร์ช่วยในการพัฒนาทักษะในการคิดเชิงตรรกะ, การสร้างแบบจำลอง, และการวิเคราะห์ปัญหาที่เป็นทักษะสำคัญในการทำงานและใช้ชีวิตประจำวัน (BRAIN AND LIFE CENTER ศูนย์พัฒนาสมองและศักยภาพด้านต่างๆ, วิชาคณิตศาสตร์สำคัญอย่างไร.)

โดยยุทธศาสตร์ชาติ 2561 - 2580 ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ การพัฒนาศักยภาพคนตลอดช่วงชีวิตช่วงวัยเรียน/วัยรุ่น เน้นปลูกฝังความเป็นคนดี มีวินัย พัฒนาทักษะความสามารถการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งเน้นเป็นพิเศษต่อการพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์และการสังเคราะห์ เสริมสร้างความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อน ตลอดจนการสร้างภูมิคุ้มกันต่อปัญหาและอาชญากรรมในรูปแบบต่าง ๆ อีกทั้งยังส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่น และความยืดหยุ่นทางความคิด รวมถึงการพัฒนาทักษะด้านภาษา ศิลปะ และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ โดยสอดคล้องกับความสามารถ ความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล ทั้งนี้ยังครอบคลุมถึงการวางรากฐานด้านการเรียนรู้เพื่อใช้ในการวางแผนชีวิตและการวางแผนทางการเงินอย่างเหมาะสมในแต่ละช่วงวัย ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ตลอดจนการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งการทำงาน รวมถึงทักษะอาชีพที่สอดคล้องกับความต้องการของประเทศ มีทักษะชีวิตที่เหมาะสม และสามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งปฏิบัติงานร่วมกันได้ภายใต้สังคมพหุวัฒนธรรมอย่างมีประสิทธิภาพ ยุทธศาสตร์ชาติ 2561 -2580 (2561, หน้า 36)

ซึ่งผลการประเมิน PISA 2022 ของประเทศไทย พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยคือ 394 คะแนน ซึ่งเทียบกับคะแนนเฉลี่ย PISA ด้านคณิตศาสตร์ของประเทศไทยของปี 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน และผลการประเมินคะแนนเฉลี่ย PISA ด้านคณิตศาสตร์ของประเทศไทยตั้งแต่ 2000 จนถึง PISA 2022 พบว่า มีแนวโน้มลดลง เมื่อวิเคราะห์ตามสังกัดการศึกษาและกลุ่มโรงเรียนที่เข้าร่วมการประเมินครั้งนี้ พบว่า กลุ่มโรงเรียนอื่น ๆ คงมีคะแนนเฉลี่ยทั้งสามด้านต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD นอกจาก การประเมินของ PISA รายงานผลในรูปของคะแนนเฉลี่ย และรายงานผลตามระดับความสามารถในแต่ละด้าน โดยแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ทั้งนี้ ระดับที่ 2 ถือเป็นระดับพื้นฐาน ซึ่งหมายถึงนักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ ผลการประเมินครั้งนี้พบว่า นักเรียนไทยที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับที่ 2 ขึ้นไปมีสัดส่วนร้อยละ 32 ขณะที่ประเทศสมาชิก OECD มีนักเรียนกลุ่มนี้อยู่ 69% สำหรับระบบการศึกษาไทยยังมีช่องว่างของคะแนนระหว่างนักเรียนกลุ่มสูงกับนักเรียนกลุ่มต่ำที่กว้างมาก แม้ในด้านคณิตศาสตร์จะมีช่องว่างดังกล่าวที่แคบลง แต่เป็นผลมาจากนักเรียนกลุ่มสูงมีการลดลงของคะแนนที่มากกว่านักเรียนกลุ่มต่ำ ดังนั้น จึงควรมีมาตรการในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ในด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่าน โดยการพัฒนาครูให้มีสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, (6 ธันวาคม 2566). การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022)

และจากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2567 ค่าสถิติแยกตามมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับโรงเรียน โรงเรียนสลับคุณภาพ โรงเรียนขนาดกลาง มีนักเรียนจำนวน 295 คน ของจังหวัดกระบี่ ปรากฏว่า ผลในทดสอบของสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิตและนำไปใช้มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการตัวชี้วัดที่ 2 เข้าใจและใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวกในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง มีค่าเฉลี่ยของระดับโรงเรียนคิดเป็นร้อยละ 17.35 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของระดับประเทศที่ 21.30 ในตัวชี้วัดเดียวกัน แสดงให้เห็นว่ามาตรฐาน ค 1.1 เป็นมาตรฐานที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนา ทั้งนี้ สาเหตุของปัญหาอาจจะมาจากผู้เรียน ผู้สอน และบริบทที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน หรือวิธีการสอน อีกทั้งวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความเป็นนามธรรมสูง จนบางครั้งผู้เรียนไม่สามารถมองภาพออกได้ โดยเฉพาะการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเนื้อหา เรื่อง เลขยกกำลัง เป็นเนื้อหาที่ฝึกทักษะการให้เหตุผลแบบต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการเรียนของหลายสาขาวิชา ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมเข้าใจได้ยาก

โดยการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยอาศัยข้อสังเกตหรือจากการทดลองหลาย ๆ ตัวอย่างมาสรุปเป็นเหตุผลในการอธิบาย คาดเดาหรือพยากรณ์ ส่วนใหญ่เป็นข้อสรุปจากความเชื่อ อาจไม่เป็นจริงเสมอไป ผลอาจเกินหลักฐานความเป็นจริงที่มีอยู่ และการสรุปของแต่ละคนอาจไม่เหมือนกัน การใช้ประโยชน์ของการให้เหตุผลแบบอุปนัย จะทำให้เราเป็นคนที่มีเหตุมีผล เมื่อเราพูดในสิ่งที่มีเหตุที่ดี ย่อมมีคนเชื่อถือ ในด้านสังคม ถ้าคนในสังคมไม่มีเหตุผล สังคมจะขาดกฎระเบียบ เกิดความวุ่นวายให้สังคม เมฆลลิน อมรรัตน์ (2563, กันยายน 18). ประโยชน์ของคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ตอนที่ 2 การให้เหตุผล

ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากในโลกปัจจุบัน และสามารถจำแนกได้สองลักษณะ ได้แก่ (1) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการสรุปจากสมมติฐานหรือสิ่งที่ยอมรับว่าเป็นจริง และ(2) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลในเชิงสถิติและความน่าจะเป็น ซึ่งในปัจจุบันมักมีความสับสนและเข้าใจผิดบ่อยครั้งระหว่างความเป็นไปได้ (Possible) และโอกาสที่น่าจะเกิดขึ้น (Probable) ทำให้หลายคนหลงเชื่อข่าวลวง นอกจากนี้โลกปัจจุบันยังมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นและความซับซ้อนเหล่านั้นประกอบไปด้วยข้อมูลต่าง ๆ จำนวนมาก การทำความเข้าใจกับข้อมูลเหล่านั้นจึงเป็นหนึ่งในความท้าทายที่มนุษย์จะต้องพบเจอในอนาคต นักเรียนควรมีโอกาสได้ทำความเข้าใจกับข้อมูลในลักษณะดังกล่าว และการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในบริบทที่มีความแปรผันและไม่แน่นอน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2566, ตุลาคม 31). กรอบการประเมินด้านคณิตศาสตร์.

และในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เนื้อหาคณิตศาสตร์มีความยากและซับซ้อนมากขึ้นในหน่วยที่หนึ่ง เลขยกกำลังเป็นหนึ่งในเรื่องที่มีความสำคัญ เนื่องจากมีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาอื่น ๆ ซึ่งต้องเรียนในระดับชั้นเดียวกันและระดับชั้นอื่น ๆ ที่สูงขึ้นไป แต่จากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่ามีนักเรียนจำนวนมากมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ขาดทักษะในการเชื่อมโยงแนวคิด และมักเรียนด้วยวิธีการท่องจำสูตร โดยไม่เข้าใจความหมายเชิงลึกของเนื้อหา ส่งผลให้เกิดปัญหาในการประยุกต์ใช้ความรู้ ด้านครูผู้สอน มักใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นหลัก ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการคิดและสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง ขาดโอกาสในการพูดคุย สังเกต สอบถามหรือแสดงความคิดเห็น ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมและเกิดการค้นพบด้วยตนเองจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยหนึ่งในรูปแบบที่เหมาะสมคือ วิธีการสอนแบบอุปนัย (Inductive Method) ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ครูนำเสนอให้นักเรียนได้สังเกต วิเคราะห์ และสรุปเป็นหลักการด้วยตนเอง วิธีการดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเชิงลึก มีส่วนร่วมในการเรียน เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง และสร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ดังนั้น การวิจัยเรื่อง “การเรียนเรื่องเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” จึงมีความสำคัญ เนื่องจากจะเป็นการพัฒนาวิธีการสอนที่ช่วยแก้ปัญหาการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ของนักเรียน และยังสามารถเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ทบทวนวรรณกรรม

ผู้วิจัยได้รวบรวมและศึกษาหาข้อมูลจากแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ตำรา รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการดำเนินการวิจัย ดังนี้ 1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสอนแบบอุปนัย เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2566, หน้า 128) ได้กล่าวว่า “รูปแบบการสอนแบบอุปนัย เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูจะนำเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง จากนั้นให้นักเรียนสังเกตลักษณะร่วมของตัวอย่างที่ครูนำเสนอเพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุป มโนทัศน์ กฎ ทฤษฎีบท หรือบทนิยาม” กาญจนา เกียรติประวัติ (2524, หน้า 76) ได้กล่าวไว้ว่า ได้กล่าวไว้ว่า ความมุ่งหมายของการสอนแบบอุปนัย ได้แก่ 1) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนค้นพบข้อเท็จจริงและหลักการด้วยตนเอง จากการสังเกตตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเพียงพอ 2) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในความหมายและความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น 3) กระบวนการคิดแบบอุปนัยช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาและค้นพบความรู้ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองครบถ้วนทุกขั้นตอนในการบอกลง สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2548, หน้า 16) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้ (1) ขั้นเตรียมการ เป็นขั้นตอนในการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน โดยการทบทวนความรู้เดิม หรือการปูพื้นฐานความรู้ที่จำเป็น (2) ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอตัวอย่างของข้อมูล ปรากฏการณ์ เหตุการณ์ แนวคิด หรือสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตลักษณะ ความสอดคล้อง และคุณลักษณะของตัวอย่าง อันนำไปสู่การพิจารณาเปรียบเทียบ และสรุปเป็นแนวคิด หลักการ หรือกฎเกณฑ์ ทั้งนี้ ตัวอย่างที่นำเสนอควรมีจำนวนเพียงพอ และมีความหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ และสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ได้อย่างเหมาะสม (3) ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินการรวบรวม และจำแนกข้อแตกต่าง เพื่อค้นหาลักษณะหรือความสัมพันธ์ในรายละเอียดที่มีทั้งความเหมือนและความแตกต่าง จากการ สังเกต ค้นหา เปรียบเทียบ วิเคราะห์ (4) ขั้นสรุป เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนสรุปข้อสังเกตของตัวอย่างที่ได้ศึกษาออกมาเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือนิยาม โดยอาศัยกระบวนการคิดและการเรียนรู้ด้วยตนเอง (5) ขั้นนำไปใช้ ในขั้นนี้ผู้สอนควรจัดเตรียมตัวอย่างข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือความคิดใหม่ ๆ ที่แตกต่างหลากหลายมาให้ผู้เรียนใช้ในการฝึกนำความรู้ ข้อสรุปไปใช้ 3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2567, หน้า 93) ได้กล่าวไว้ว่า “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (learning achievement) หมายถึง ผลลัพธ์การเรียนรู้ (learning outcomes) ที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน และการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งบ่งชี้สมรรถนะ (competency) ของผู้เรียนด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความรู้ (knowledge) ทักษะ (skill) ความสามารถ (ability) และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (attribute) ที่สามารถสังเกต วัดและทดสอบได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (achievement tests) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เป็นระบบในการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน” 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นงลักษณ์ ฉิมทนต์ (2561, หน้า ง) ได้ศึกษาผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยปรากฏว่า กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.51/ 80.06 มีค่าดัชนีประสิทธิผลร้อยละ 41.39 เพ็ญนิตย์ เมตตา (2565, หน้า 56) การศึกษาผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัย สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องเศษส่วน พบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 86.87/84.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมดังกล่าวสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 3) ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

มีค่าเท่ากับ 0.68 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 68.58 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมดังกล่าวอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 พรพิชญา โพธิ์พันธุ์ (2564, หน้า 100) ได้ศึกษาผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มุ่งส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 84.21/74.32 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70 2) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.6008 แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 60.08 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ภายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีแนวโน้มพัฒนาในทางที่ดีขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ของผู้เรียนภายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ณะ จิตต์กระจ่าง (2564, หน้า ง) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคงทองวิทยา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค ร่วมกันคิด (NHT) ใน เรื่องตรรกศาสตร์ พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนภายหลังจากการจัดการเรียนรู้สูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวอยู่ในระดับมาก วุฒิพงษ์ พันจันทร์ (2563, หน้า จ) การศึกษาการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัยที่มุ่งส่งเสริมความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า 1) แผนการจัดการกิจกรรม การเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 78.56/77.59 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ กำหนดไว้ คือ 75/75 2) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.6812 แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าทางการ เรียนคิดเป็นร้อยละ 68.12 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังจากจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน มี ค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 4) ภายหลังจากจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ อุปนัย ผู้เรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ภายหลังจากจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนสินปุน คุณวิษณุ อำเภอลำปาง จังหวัดกระบี่ จำนวน 39 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสินปุนคุณวิษณุ อำเภอลำปาง จังหวัดกระบี่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 25 คน จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 7 แผน แผนละ 50 นาที มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 - 1.00

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเลขยกกำลัง เป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 - 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.206 - 0.794 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.200 - 0.498 และค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.729

3.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยของครูผู้สอน มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 12 ข้อ ประกอบด้วยระดับความพึงพอใจ ได้แก่ ระดับมากที่สุด ระดับมาก ระดับปานกลาง ระดับน้อย และระดับน้อยที่สุด ทั้งนี้ แบบประเมินดังกล่าวมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

3.3 การเก็บรวบรวม

3.3.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.3.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.3.3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการบันทึกผลการเรียนรู้และคะแนนจากกิจกรรมของผู้เรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3.3.4 ภายหลังจากจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นครบถ้วน ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

3.3.5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการให้ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตอบแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย

3.3.6 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล แล้วนำไปวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ

3.4.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่องเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (dependent t-test) โดยนำคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกัน

3.4.3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วยประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยกำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	\bar{x}	ร้อยละ
คะแนนการทำแบบฝึกหัด (E_1)	327	216.64	66.25
คะแนนแบบทดสอบ (E_2)	30	12.96	43.20
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) 66.25/43.20			

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 66.25/43.20 โดยประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ซึ่งพิจารณาจากการทำแบบฝึกหัด มีค่าเท่ากับร้อยละ 66.25 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าเท่ากับร้อยละ 43.20 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว มีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (dependent t-test) ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 2

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	\bar{x}	S.D.	df	t
คะแนนก่อนเรียน	25	13.92	3.88	24	.929
คะแนนหลังเรียน	25	12.96	5.26		

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 12.96 คะแนน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.26 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนที่มีค่าเท่ากับ 13.92 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.88 ผลการวิจัยดังกล่าวไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเรื่องเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ไม่ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเพิ่มขึ้น

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรากฏดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ประเด็น	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
1.1 นักเรียนสามารถหาข้อสรุปจากการฟังและการสังเกตตัวอย่างได้	4.28	0.74	มาก
1.2 การนำเสนอข้อสรุปที่ได้จากการยกตัวอย่างช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงออก	4.08	0.70	มาก
1.3 การเรียนรู้แบบการยกตัวอย่าง สรุปความสัมพันธ์ของตัวอย่าง และทำแบบฝึกหัด ทำให้ช่วยให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่อง เลขยกกำลัง	4.20	0.65	มาก
1.4 บรรยากาศการเรียนรู้อมีส่วนร่วม สนุก และเป็นกันเอง	4.40	0.65	มาก
1.5 นักเรียนมีความสุขและตั้งใจเรียนมากขึ้น	4.36	0.70	มาก
<i>เฉลี่ยรวมด้านที่ 1</i>	<i>4.26</i>	<i>0.44</i>	<i>มาก</i>
2. ด้านสื่อการสอน			
2.1 การนำเสนอข้อสรุปของเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจ	3.76	0.78	มาก
2.2 แบบฝึกหัดที่ทำจากง่ายไปยากช่วยให้เรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอน	4.64	0.64	มากที่สุด
2.3 จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละคาบทำให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังมากขึ้น	4.60	0.65	มากที่สุด
<i>เฉลี่ยรวมด้านที่ 2</i>	<i>4.33</i>	<i>0.49</i>	<i>มาก</i>
3. ด้านการวัดและประเมินผล			
3.1 การหาข้อสรุปจากการฟังและการสังเกตตัวอย่าง ฝึกให้นักเรียน ช่างสังเกตและเรียบเรียงออกมาเป็นภาษาเขียนที่เข้าใจได้	3.96	0.74	มาก
3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ของตัวอย่างได้ชัดเจน	4.44	0.65	มาก
<i>เฉลี่ยรวมด้านที่ 3</i>	<i>4.20</i>	<i>0.52</i>	<i>มาก</i>
4. ด้านครูผู้สอน			
	4.24	0.72	มาก

ประเด็น	ค่าเฉลี่ยเลข คณิต (\bar{x})	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับความ พึงพอใจ
4.1 ครูให้คำแนะนำและช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนมีปัญหา			
4.2 ครูให้ข้อเสนอแนะหลังการสอบหรือการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้	3.92	0.76	มาก
เฉลี่ยรวมด้านที่ 4	4.08	0.55	มาก
เฉลี่ยรวมทั้งฉบับ	4.24	0.34	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า โดยภาพรวมความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 4 ด้านเท่ากับ 4.26 ซึ่งอยู่ในระดับมาก และเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่ 1 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 อยู่ในระดับมาก ด้านที่ 2 ด้านสื่อการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 อยู่ในระดับมาก ด้านที่ 3 ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 อยู่ในระดับมาก และด้านที่ 4 ด้านครูผู้สอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาหัวข้อ ที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด ได้แก่ แบบฝึกหัดที่ทำจากง่ายไปยากช่วยให้เรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอน ส่วนหัวข้อที่นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด ได้แก่ การนำเสนอข้อสรุปของเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจ แต่หากจะพิจารณาแต่ละด้าน พบว่าด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนพึงพอใจ เรื่อง บรรยากาศการเรียนรู้มีส่วนร่วม สนุก และเป็นกันเองมาก, ด้านสื่อการสอน นักเรียนพึงพอใจ เรื่อง แบบฝึกหัดที่ทำจากง่ายไปยากช่วยให้เรียนรู้เป็นลำดับขั้นตอนมากที่สุด ด้านการวัดและประเมินผล นักเรียนพึงพอใจ เรื่อง ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ของตัวอย่างได้ชัดเจนมาก และด้านครูผู้สอน นักเรียนพึงพอใจ เรื่อง ครูให้คำแนะนำและช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนมีปัญหา

5. การอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปผลการวิจัย ตามลำดับได้ดังนี้

5.1 กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 จากการศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1/ E_2) คิดเป็นร้อยละ 66.25/43.20 ซึ่งไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ นั้นหมายความว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัย เรื่อง เลขยกกำลัง ได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 66.25 และได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 43.20 ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561, หน้า 38) ได้กล่าวไว้ว่า “วิธีการสอนแบบอุปนัย (Inductive Method) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถสรุปมโนทัศน์ได้ด้วยตนเองจากการพิจารณาตัวอย่างที่หลากหลาย โดยผู้เรียนจะทำการสังเกต วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะหรือรูปแบบที่มีความคล้ายคลึงกัน เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นหลักการหรือข้อค้นพบ อันเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากการค้นพบด้วยตนเองผ่านการสังเกต” กาญจนนา เกียรติประวัติ (2525, หน้า 76)

ได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของการสอนแบบอุปนัยไว้ตอนหนึ่งว่า “กระบวนการคิดแบบอุปนัยช่วยให้ผู้เรียนแสวงหา ค้นพบสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองได้ โดยที่ครูลดบทบาทในการบอกลง” ซึ่งจากการจัดการเรียนการสอน เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยสังเกตได้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนไม่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนหลายคนไม่สามารถบอกข้อสังเกตหรือความสอดคล้องของตัวอย่างที่ครูยกตัวอย่างได้ ครูด่วนสรุปสาระสำคัญเพียงเพราะนักเรียนบางส่วนสามารถบอกความสอดคล้องของเนื้อหาได้ โดยครูก็มักตัดสินว่าผู้เรียนส่วนใหญ่เข้าใจ ซึ่งมีนักเรียนอีกหลายคนยังไม่สามารถสรุปความเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้ ส่งผลให้นักเรียนที่ไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียนในแต่ละคาบทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำไปใช้ในการเรียนคาบต่อ ๆ ไปได้เพราะเนื้อหาที่เรียนมีความเกี่ยวเนื่องกัน ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา ขัมมณี (2556, หน้า 340) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ตอนหนึ่งว่า “เป็นวิธีสอนที่นักเรียนต้องค้นหาคำตอบด้วยตนเอง หากผู้เรียนไม่มีทักษะพื้นฐานด้านการคิด และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อาจส่งผลให้การเรียนการสอนไม่ประสบผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ได้” ยุพิน พิพิธกุล (2526, หน้า 279) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ตอนหนึ่งว่า “ถ้าผู้สอนยกตัวอย่างไม่เพียงพอจะไม่ได้ผลที่สมบูรณ์” และบุญญา แซ่หล่อ (2564, หน้า 109) ได้กล่าวไว้ว่า “วิธีการสอนแบบอุปนัยเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ และสามารถสรุปหลักการหรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง อันนำไปสู่การเกิดความเข้าใจในหลักการ แนวคิด หรือองค์ความรู้ต่าง ๆ อย่างมีความหมาย”

5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับ การจัดการเรียนการสอน เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ย 12.96 คะแนน ต่ำกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน ที่มีคะแนนเฉลี่ย 13.92 คะแนน แสดงว่าหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนไม่มีความก้าวหน้าทางการเรียน หรือคะแนนเฉลี่ยลดลง ทั้งนี้อาจเกิดจากผู้วิจัยยังจัดเตรียมตัวอย่างไม่ครอบคลุมลักษณะสำคัญ ๆ ของกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการหรือสูตรที่เรียน อธิบายตัวอย่างไม่ละเอียดพอ และด่วนสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ก่อน ซึ่งสอดคล้องกับ กาญจนา บุญส่ง (2542, หน้า 73) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ตอนหนึ่งว่า “ผู้สอนต้องเข้าใจเทคนิควิธีสอนแบบนี้เป็นอย่างดี จึงจะได้ผลสัมฤทธิ์ในการสอน” และสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2548, หน้า 16) ได้เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ได้กำหนดไว้ตอนหนึ่งว่า “ขั้นนำเสนอตัวอย่าง” เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนดำเนินการนำเสนอข้อมูล เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ สถานการณ์ หรือแนวคิด เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตลักษณะ ความสัมพันธ์ และคุณสมบัติของตัวอย่าง อันนำไปสู่กระบวนการเปรียบเทียบและพิจารณา จนสามารถสรุปเป็นหลักการ แนวคิด หรือกฎเกณฑ์ได้ ทั้งนี้ การนำเสนอตัวอย่างควรมีความหลากหลาย ครอบคลุม และเพียงพอ เพื่อเอื้อให้ผู้เรียนสามารถสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ได้อย่างเหมาะสม “ขั้นเปรียบเทียบ” เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนดำเนินการสังเกต ค้นหา วิเคราะห์ รวบรวม และเปรียบเทียบความสอดคล้องขององค์ประกอบในตัวอย่าง ตลอดจนจำแนกความแตกต่าง เพื่อให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของรายละเอียดทั้งในส่วนที่เหมือนและแตกต่างกัน ทั้งนี้ หากตัวอย่างที่นำเสนอมีความเหมาะสมและครอบคลุมลักษณะหรือคุณสมบัติที่สำคัญของหลักการหรือทฤษฎี จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และเชื่อมโยงความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ย่อมจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาและวิเคราะห์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์และเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่หากผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จผู้สอนอาจให้ข้อมูลเพิ่มเติม หรือใช้วิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดค้นต่อไปโดยการตั้งคำถามกระตุ้นแต่ไม่ควรให้ในลักษณะบอกคำตอบ เพราะวิธีสอนนี้มุ่งให้ผู้เรียนได้คิดทำความเข้าใจด้วยตนเอง ควรให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิดวิเคราะห์เป็นกลุ่มย่อยเพื่อจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยเน้นให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปรายกลุ่มอย่างทั่วถึงและผู้สอนไม่ควรรีบร้อนหรือเร่งรัดผู้เรียนจนเกินไป”

5.3 การศึกษาความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.26 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านอยู่ในระดับมากทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน ด้านการวัดและประเมินผล และด้านครูผู้สอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าวิธีการสอนแบบอุปนัยได้ฝึกให้นักเรียนสังเกต หาเหตุผลต้องใช้ทักษะกระบวนการคิดและทักษะต่าง ๆ ที่หลากหลาย ส่งเสริมการสื่อสาร การสื่อความหมาย การอธิบายความเข้าใจของนักเรียนเองให้เพื่อนในห้องฟัง ได้ลงมือทำแบบฝึกหัดหลังได้รับฟังสาระสำคัญของเนื้อหาที่สรุปจากข้อสังเกตของเพื่อนในห้องและของตัวเอง สอดคล้องกับ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2561, หน้า 38) ได้กล่าวถึงข้อดีหรือจุดเด่นของการสอนแบบอุปนัยไว้ว่า “วิธีการสอนแบบอุปนัยเป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียน นักเรียนได้ฝึกสัมพันธ์ความคิด ฝึกทักษะกระบวนการคิด ใช้เหตุผล ช่างสังเกต ทำให้เข้าใจได้อย่างชัดเจน สามารถ หาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง”

6. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

6.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้

6.1.1 ผู้วิจัยควรออกแบบตัวอย่างที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความชัดเจนและเหมาะสม โดยเลือกตัวอย่างที่มีลักษณะสัมพันธ์กันอย่างเป็นลำดับขั้นจากง่ายไปยาก และมีความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสังเกตและค้นพบความสัมพันธ์หรือรูปแบบได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ ควรเลือกใช้ตัวอย่างที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มความเข้าใจและความสนใจของนักเรียน

6.1.2 ผู้วิจัยควรบริหารจัดการเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเหมาะสม โดยกำหนดเวลาในแต่ละขั้นตอนของการสอนแบบอุปนัยให้ชัดเจน ทั้งนี้ควรหลีกเลี่ยงการเฉลยคำตอบให้แก่ผู้เรียนเร็วเกินไป หากเวลาไม่เพียงพอควรใช้วิธีการให้คำใบ้หรือมอบหมายให้นักเรียนศึกษาต่อในคาบถัดไป เพื่อคงไว้ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการค้นพบด้วยตนเอง

6.1.3 ผู้วิจัยควรพัฒนาทักษะการใช้คำถามให้มีประสิทธิภาพ โดยเน้นการใช้คำถามปลายเปิดที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสังเกต วิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งจัดลำดับคำถามจากง่ายไปยาก เพื่อช่วยชี้แนะแนวทางการคิดของนักเรียนอย่างเป็นขั้นตอน อีกทั้งควรหลีกเลี่ยงคำถามที่ชี้นำคำตอบโดยตรง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลของคำตอบ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลและการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

6.1.4 ผู้วิจัยควรปรับปรุงแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย เพื่อลดความน่าเบื่อของการเรียนรู้อย่างอุปนัย โดยอาจบูรณาการเกมการเรียนรู้ การใช้สื่อเทคโนโลยี การจัดกิจกรรมกลุ่ม หรือการใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง รวมถึงกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียน อันจะส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

6.2.1 ผู้วิจัยควรพัฒนาความเข้าใจและทักษะเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบอุปนัยให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนการสอนยังขาดความชัดเจน จึงควรมีการศึกษารูปแบบการสอนแบบอุปนัยอย่างเป็นระบบก่อนนำไปใช้จริง เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้ครบขั้นตอน

6.2.2 ผู้วิจัยควรออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเป็นลำดับขั้นและชัดเจนมากขึ้นโดยเฉพาะกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน “เกิดข้อสังเกต จนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง” ควรมีตัวอย่าง สื่อ หรือคำถามชี้แนะที่เหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

6.2.3 ผู้วิจัยควรทดลองใช้รูปแบบการสอนแบบอื่นร่วมด้วย เพื่อช่วยให้นักเรียนที่ยังไม่พร้อมสามารถเข้าใจเนื้อหาเรื่องเลขยกกำลังได้ดีขึ้น

6.2.4 ผู้วิจัยควรเพิ่มระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้หรือจำนวนครั้งของการทดลองเพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการทำความเข้าใจแนวคิดเชิงนามธรรมของเรื่องเลขยกกำลังมากขึ้น

6.2.5 ควรปรับปรุงแบบฝึกหัดให้มีความหลากหลายและเหมาะสมกับระดับผู้เรียน เริ่มจากระดับง่ายไปยาก มีตัวอย่างประกอบ และมีแบบฝึกที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ดีขึ้น

6.2.6 ควรศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน แรงจูงใจในการเรียน หรือรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อนำมาปรับใช้ในการออกแบบการสอน

6.2.7 ควรมีการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายหรือขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย และสามารถเปรียบเทียบผลในบริบทที่แตกต่างกันได้

6.2.8 ควรมีการสังเกตชั้นเรียนหรือบันทึกวิดีโอการสอนเพื่อใช้วิเคราะห์พฤติกรรมการสอนของครูและการมีส่วนร่วมของนักเรียนอย่างละเอียด ซึ่งจะช่วยให้เห็นจุดที่ต้องปรับปรุงได้ชัดเจนมากขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2566, ตุลาคม 31). กรอบการประเมิน

ด้านคณิตศาสตร์. <https://drive.google.com/file/d/>

กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524). *วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน*. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช

กาญจนา บุญส่ง. (2542). *หลักการสอน*. สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

คณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ. (2561). *ยุทธศาสตร์ชาติ 2561 - 2580 ฉบับประกาศราชกิจจานุเบกษา*. ม.ป.พ.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2561). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทศนา แคมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนะ จิตต์กระจ่าง. (2564). *การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนคงทอง วิทยา โดยใช้การสอนแบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคร่วมกันคิด(NHT) เรื่องตรรกศาสตร์* [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. DSpace at Silpakorn University. <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3654/1/60316304.pdf>

นงลักษณ์ ฉิมทัต. (2561). การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา]. DSpace at Burapha. <http://buuir.buu.ac.th/xmlui/bitstream/handle/1234567890/7578/Fulltext.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

บุญญา แซ่หล่อ. (2564). คณิตศาสตร์ศึกษา : การเรียนรู้เพื่อชีวิต. แดเน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.

พรพิชญา โพธิ์พันธ์. (2564). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. DSpace at MahasarakhamUniversity. <http://202.28.34.124/dspace/bitstream/123456789/2315/1/62010283005.pdf>

พิชิต ฤทธิจรรย์. (2567). เทคนิคการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เมขลิน อมรัตน์ (2563, กันยายน 18). ประโยชน์ของคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ตอนที่ 2 การให้เหตุผล. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), กระทรวงศึกษาธิการ. <https://www.scimath.org/article-mathematics/item/11465-2-11465>

ยุพิน พิพิธกุล. (2526). เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

วุฒิพงษ์ พันจันทร์ (2563). การพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์แบบอุปนัย ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. DSpace at Mahasarakham University. <http://202.28.34.124/dspace/bitstream/123456789/811/1/60010283005.pdf>

เวชฤทธิ์ อังกะภักทจร. (2566). การสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์. จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, (6 ธันวาคม 2566). การแลกเปลี่ยนผลการประเมิน PISA 2022 <https://drive.google.com/file/d/1mCy9AvXYbDOY85QG1xB2r1EFs-PkTpOX/view>

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2548). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. ภาพพิมพ์.

BRAIN AND LIFE CENTER ศูนย์พัฒนาสมองและศักยภาพด้านต่างๆ, วิชาคณิตศาสตร์สำคัญอย่างไร.

<https://www.brainandlifecenter.com/math-skill-train/#1>